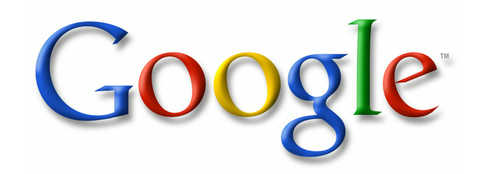
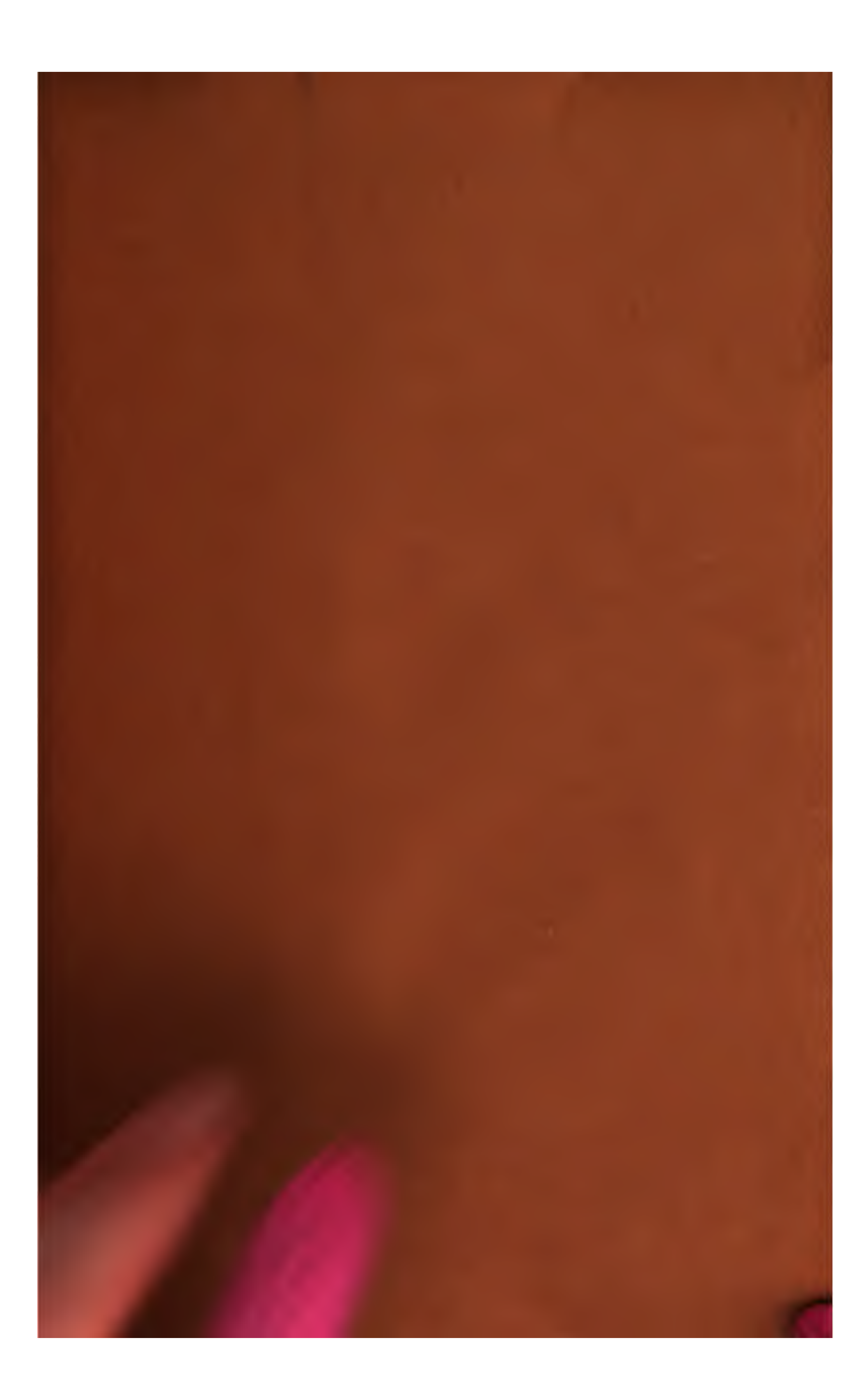


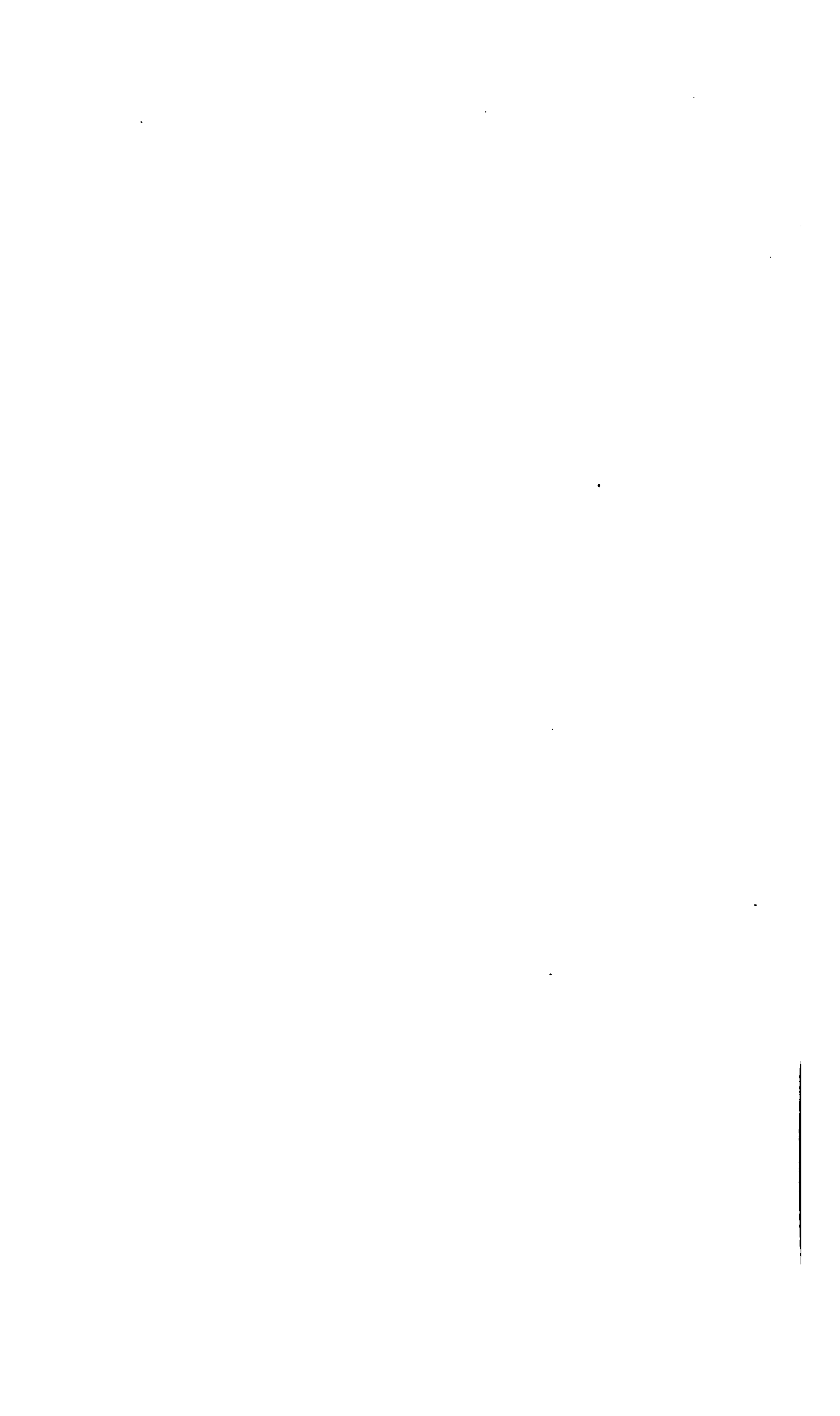





PRESS
SHELF
Nº









Handbuch

der

technischen Chemie.

Nach A. Payen's Chimie industrielle

frei bearbeitet von

F. Stohmann und **Carl Engler,**
Professor in Leipzig. Professor in Halle.

II. Band.

Organische Chemie

von

F. Stohmann
unter Mitwirkung von Carl Engler.

Mit 210 Holzschnitten und 33 Kupfertafeln.

STUTTGART.
E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Koch).
1874.

Vorwort.

Die Bearbeitung von PAYEN's Chemie industrielle zum Gebrauche für deutsche Leser bedarf wohl keiner Rechtfertigung. Das Werk ist in der fünften Auflage erschienen, sein Werth ist so allgemein anerkannt, seine Brauchbarkeit so vielfach erprobt, dass wir darüber kein Wort weiter verlieren. Auf dem Standpunkte der chemischen Fabrikindustrie Frankreichs und auf den einschlägigen Forschungen des Verfassers fussend, giebt dasselbe ein Bild der in jenen Industriezweigen üblichen Fabrikationsmethoden, sowie insbesondere auch der chemischen Processe, auf welche jene Methoden basirt sind. Besondere Kapitel sind ausserdem der Geschichte, Prüfung und Verwendung der betreffenden Fabrikate gewidmet.

Da aber unsere deutsche Industrie und deutsche Wissenschaft der unserer Nachbarn jenseits der Vogesen in vielen Punkten überlegen ist, so durften wir uns, wenngleich die wesentliche Anordnung des Original-Werkes beibehalten ist, doch auf eine Uebersetzung nicht beschränken, sondern haben in unserer Bearbeitung die Lücken nach Kräften auszufüllen gesucht und manches Neue gebracht.

Es lag ursprünglich in unserem Plane, dass der eine von uns, ENGLER, die Bearbeitung des ersten Bandes, der andere, STOHMANN, die des zwei-

ten übernehmen sollte. Davon ist später insofern abgewichen, als ENGLER nach Beendigung des ersten Bandes auch die Artikel Bier, Wein, Essigsäure, Papier, Knochenkohle, Talg, Stearinsäure und Wachs geliefert hat, während Herr Dr. M. ALBRECHT in Aussig die Artikel Paraffin und Mineralöle, Herr Dr. F. TIEFTRUNK in Berlin den Artikel Gasbeleuchtung zu übernehmen die Güte hatten.

Leipzig & Halle a/s., im October 1874.

F. Stohmann. Carl Engler.

Inhalt.

Organische Chemie.

Zusammensetzung der Pflanzen.

1. Elementare Zusammensetzung der Gewebe. Zellenmembran. Epidermis. Lignin. Mineralstoffe. 2. Nähere Zusammensetzung der Keimungsorgane der Phanerogamen und der Gesammtpflanzen niederer Organismen. Bedeutung dieser Organismen im Haushalt der Natur und Verwendung derselben. 3. Allgemeine Gesetze der Ernährung der Pflanzen.

1. Elementare Zusammensetzung der Gewebe. Zellmembran. Epidermis. Lignin. Mineralstoffe.

Der erste Theil dieses Werkes umfasst vorzugsweise die Industriezweige, welche auf die Verarbeitung der mineralischen Rohstoffe basirt sind, der zweite behandelt die technische Verarbeitung der dem Bereiche der organischen Natur angehörigen Materialien.

Zur besseren Kenntniss der Stoffe, mit welchen wir uns hier zu beschäftigen haben, wollen wir einleitend zunächst die allgemeine Zusammensetzung und die näheren Bestandtheile der Pflanzen betrachten.

Alle Pflanzentheile werden gebildet durch die Aneinanderlagerung zahlloser kleiner Elementartheile von verschiedener Form, verschiedener Eigenschaft, verschiedener Zusammensetzung. Wir nennen diese Elementartheile Zellen, die Vereinigungen von Zellen Gewebe.

Die Zellen, in ihrer einfachsten Form einem rundlichen, allerseits geschlossenen Bläschen vergleichbar, bestehen aus verschiedenen organischen Materien, theils stickstoffhaltigen, theils stickstofffreien, enthalten ausserdem gewisse mineralische Bestandtheile und sind, so lange sie die Functionen des Lebens zu erfüllen haben, mit Wasser durchdrungen.

Die jungen Vegetationsorgane der Pflanzen, der Keim, der Embryo, die entstehende Wurzel und das sich bildende Blatt des Keims bestehen aus äusserst zartwandigen Zellen und diese umschliessen ganz vorzugsweise, in höherem Maasse als die übrigen Gewebe des Pflanzen-

reiches, organische Verbindungen, bestehend aus den Elementen Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Schwefel. Sie sind in ihrer Zusammensetzung und in ihren Eigenschaften den Stoffen ähnlich oder gleich, welche den grössten Theil des thierischen Körpers bilden. Wir bezeichnen sie mit dem gemeinschaftlichen Namen Eiweissstoffe. Ausser an Eiweissstoffen sind diese Theile der Pflanzen besonders reich an mineralischen Bestandtheilen, die beim Verbrennen derselben zurückbleiben und die Asche der Pflanzentheile bilden.

Diese Eiweissstoffe der vegetativen Zelle sind mit Wasser durchdrungen und stellen eine zähflüssige, mit körnigen Absonderungen vermischte, in Wasser nicht lösliche Materie dar, das Protoplasma der Zelle. In diesem gehen die wichtigsten chemischen Umänderungen vor, durch chemische Prozesse, die sich im Protoplasma vollziehen, wird u. A. die Cellulose gebildet oder der Bestandtheil der den Inhalt der Zellen umhüllenden Zellmembran.

Die im Keim vorhandenen Zellen verändern, in dem Maasse wie das Wachsthum vorschreitet, ihre Gestalt und ihre Anordnung auf die mannigfachste Weise, sie verwandeln sich in Zellen anderer Art, lang gestreckte Zellen vereinigen sich durch Verschmelzung ihrer Scheidewände in Röhren und Gefässe, in vielen Zellen verdickt sich die ursprünglich äusserst zarte Membran durch Ablagerung und Einlagerung verschiedener Stoffe in hohem Grade. Wie aber auch diese Gestaltveränderung vor sich gehe, welche Form und Grösse die Zelle, das Gefäss, die Röhre annehmen, die die Umhüllung derselben bildende Materie bleibt immer dieselbe. Es ist die Cellulose, auch Holzfaser genannt, ein organischer Körper, bestehend aus den Elementen Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, zusammengesetzt nach der Formel $C^{12}H^{10}O^{10}$ oder $C^{12}H^{10}O^{10}$. Das Mischungsverhältniss der Atome dieser Verbindung ist ein solches, dass darin Wasserstoff und Sauerstoff in demselben Atomverhältniss wie im Wasser enthalten sind; hiernach fasst man die Cellulose und ihr ähnlich zusammengesetzte Körper zu einer Gruppe chemischer Verbindungen unter dem gemeinschaftlichen Namen der Kohlehydrate zusammen.

Der Formel $C^{12}H^{10}O^{10}$ entsprechend enthält die Cellulose in 100 Theilen:

Kohlenstoff	44,44
Wasserstoff	6,17
Sauerstoff	49,39

Die äussere Umhüllung der Pflanzen, die Epidermis, besteht aus Zellen, deren Wandungen beträchtlich verdickt sind und deren Cellulose theils verändert, theils mit verschiedenen Stoffen: Fett, Ei-

weiss, Kalksalzen, Kieselsäure durchdrungen ist. Bei Abstossung der Oberhaut oder bei Verletzungen derselben nehmen die darunter befindlichen Gewebe den Charakter jener Oberhautzellen an, sie verwandeln sich unter Aufnahme jener Stoffe in Korkgewebe.

Die mehr oder weniger lang gestreckten, dünnen Zellen der Baumwolle, den Samenhaaren des Baumwollstrauches, sowie die durch concentrische Schichten verdickten Zellen in den Gespinnstfasern vom Hanf, Lein, Phormium tenax, Agave Americana, Urtica nivaea etc., gebildet durch langgestreckte, communicirende Gefässe, bestehen aus fast reiner Cellulose. In den Zellen und Gefässen des Holzgewebes ist die ursprünglich ebenfalls aus Cellulose bestehende Membran der Zellen durch nach und nach abgelagerte und veränderte Schichten vielfach verdickt und zum Theil in Holzstoff oder Lignin umgewandelt, ausserdem mit sich färbenden oder gefärbten Stoffen imprägnirt. In Algen und Flechten ist die Cellulose mit Lichenin durchdrungen. In manchen Fällen sind die Membranen der einzelnen Zellen unter einander durch Pectose, Pectin, Pectinsäure oder Kalk-, Kali-, Natronsalzen dieser Säure unter einander verkittet, so namentlich in der ganzen Dicke der Epidermisgewebe der Cacteen, so die Gefässbündel des Hanfs, des Leins, so die Parenchyme der saftigen Knollen und Rhizome bei den Mohrrüben, Zuckerrüben, Kartoffeln, bei manchen Früchten.

Durch geeignete Behandlung kann man diese der Cellulose fremden und sie in ihren Eigenschaften verdeckenden Stoffe entfernen. Es genügt dazu, dünne Schnitte etwa zwei Wochen lang in kalter, um das Zehnfache verdünnter Salzsäure zu maceriren, zuerst mit Wasser, dann mit verdünntem Ammoniak und wieder mit Wasser zu waschen. Die Cellulose wird dadurch, wenn auch nicht chemisch rein erhalten, so doch von den meisten der fremden Stoffe befreit und lässt sich dann wie die reine Cellulose erkennen. Bringt man so behandelte Gewebe auf den Objectträger des Mikroskopes, befeuchtet zuerst mit wässriger Jodlösung und lässt dann einen Tropfen concentrirter Schwefelsäure hinzutreten, so färbt die Cellulose sich deutlich blau.

Die Holzfasern, welche die Masse des Marks und des Splintes des Holzes der Bäume bilden, sind unter sich nicht durch Pectinsubstanzen verkittet.

Die Holzsubstanz, Holzstoff, Lignin, von PAYEN als incrustirende Materie bezeichnet, welche im Holze die Cellulose durchdringt, ist ein amorpher, harter, brüchiger Körper, von complicirter Zusammensetzung, reicher an Kohlenstoff als die Cellulose und enthält mehr Atome Wasserstoff als Sauerstoff, gehört daher nicht, wie die Cellulose, zu den Kohlehydraten. Das Lignin findet sich auch in

den harten Massen der Baumrinden, in gewissen harten Concretionen von Früchten, namentlich Birnen, in den Steinen des Kernobstes. Die Menge des Lignins wechselt in den verschiedenen Theilen und in den verschiedenen Arten des Holzes.

Das Holz verdankt der Gegenwart und der Menge des Lignins seine Festigkeit, sein hohes Gewicht, seine Brüchigkeit. Der höhere Kohlenstoffgehalt und der höhere Wasserstoffgehalt, welchen die Zusammensetzung des Holzes im Vergleich zu der Zusammensetzung der Cellulose stets zeigt, wird ebenfalls durch die Gegenwart des Lignins bedingt.

Das die Zellen des Holzgewebes in concentrischen Schichten verdickende und die Cellulose dieser Schichten durchdringende Lignin ist von Farbstoffen und Eiweissstoffen, den Ueberresten des Protoplasmas der jugendlichen Zelle, begleitet. Je jünger das Holz ist, um so weniger Lignin enthält es, um so reicher ist es an unveränderter Cellulose, um so reicher ist es an jenen Eiweissstoffen.

Jede der einzelnen Fasern des Holzgewebes ist in den Zwischenzellenräumen mit einer festen, dichten, widerstandsfähigen, eiweissreichen Masse umkleidet, die mit Jodlösung getränkt der Einwirkung der Schwefelsäure widersteht. Es zeigen daher die Holzgewebe, wenn die Cellulose nicht vorher durch Beseitigung jener fremden Stoffe freigelegt wird, die oben beschriebene Reaction auf Cellulose nicht oder doch nur undeutlich.

Die mineralischen Stoffe sind nicht willkührlich in den Pflanzen vertheilt. Sie sind theils in den Membranen der Zelle, theils im Safte der Zellen enthalten, theils an bestimmten Stellen der Pflanzen, entweder an der Oberhaut, oder im Innern der Gewebe abgelagert.

So findet man häufig Kalkconcretionen in den Blättern der zur Classe der Urticinen gehörenden Pflanzen; in den aus schwammiger Cellulose bestehenden Zellwandungen der Samen verschiedener Celtis-Arten, in gewissen Characeen-Arten, in den incrustirten Geweben von Corallina. Concretionen von krystallisirtem oxalsaurem Kalk finden sich sehr allgemein verbreitet in den phanerogamen Pflanzen, namentlich in den Blättern, rings um die Gefässbündel der Blattnerven verbreitet, auf ähnliche Weise kommen sie in den Zweigen vor und sind namentlich massenhaft angehäuft unter den Epidermisschichten im Zellgewebe der Cacteen.

Mehrere dieser Concretionen sind in mikroskopischer Zeichnung bei 300—500maliger Vergrösserung auf Tafel XIX dargestellt.

Fig. 1. Kalkconcretion mit einem besonderen, sehr feinen organischen Gewebe umhüllt (Cystolith); A ein sehr feiner Stiel, aus orga-

nischer Substanz bestehend, welcher die mit dem Gewebe umhüllte und von ihm durchwachsene Concretion in einem Blatte von Ficus elastica unter dem Gewebe der Epidermis hält.

Fig. 2. Dasselbe Präparat mit Salzsäure von kohlensaurem Kalk befreit und mit Jod und Schwefelsäure behandelt, B der Stiel, B′ der Rest des die Concretion umhüllenden Gewebes. Bei der Behandlung mit Jod und Schwefelsäure bläuen sich die von der Säure getroffenen Zellwände und zeigen so die Reaction auf Cellulose. Die Epidermisschicht des Blattes zeigt sich weit widerstandsfähiger gegen die Säure, da sie Einschlüsse der verschiedensten Art: Eiweissstoffe, Fett, Salze, Kieselsäure enthält, sie wird nicht blau, sondern durch die Einwirkung des Jods auf die Eiweissstoffe und das Fett gelb gefärbt.

Fig. 3. Concretion von oxalsaurem Kalk, ebenfalls von einem feinen Gewebe umhüllt, aus einem Blatte des Wallnussbaumes (Juglans regia).

Fig. 4. Concretion D, bestehend aus oxalsaurem Kalk, unter der Epidermis von Cactus glaucescens; D′ dieselbe Concretion durch Salzsäure zerstört, wodurch die zarten Membranen, die die Krystalle umhüllten, freigelegt sind; die dicken, in der Zeichnung dunkler gehaltenen Zellmembranen färben sich durch Jod blau, während die widerstandsfähigere Epidermisschicht dd gelb gefärbt wird.

Fig. 5. Beerenförmige Concretion E in einem Blatte des gemeinen Feigenbaumes (Ficus carica).

Fig. 6. Dieselbe Concretion zertrümmert, das steinige Aussehen und die innere zellige Structur zeigend.

Fig. 7. Durchschnitt eines Zweiges von Chara hispida mit kohlensaurem Kalk rings um alle Zellen incrustirt.

Fig. 8. Ausgebildeter Krystall G von oxalsaurem Kalk aus dem Blatte des Orangenbaumes.

Fig. 9. G′ zeigt die Ueberbleibsel der den Krystall durchdringenden organischen Substanz, nachdem das Salz durch Säure gelöst ist.

Tafel XVII, Fig. 11. Durchschnitt eines Orangenblattes: nnn Oberhaut, N krystallinische Concretion von oxalsaurem Kalk.

Tafel XXII, Fig. 4. F. G. Krystallgruppen von oxalsaurem Kalk, wie sie sehr häufig in Cactuspflanzen gefunden werden*.

---

* Die Gegenwart des kohlensauren Kalkes in solchen Concretionen ist von PAYEN 1845 nachgewiesen. Vor ihm hielt man die kohlensauren Erden, welche sich regelmässig in der Asche der Pflanzen finden, als hervorgegangen aus der Zerstörung von Salzen, deren Basen in der Pflanze mit organischen Säuren verbunden waren. Wenngleich der grösste Theil der kohlensauren Salze der Asche unzweifelhaft beim Verbrennen erst gebildet wird, so ist das Vorkommen des

Die Anhäufung grösserer Massen von mineralischen Stoffen zu solchen Concretionen ist jedoch im Allgemeinen als Ausnahme zu betrachten, es sind vielmehr alle Theile der Pflanzen mit grösseren oder kleineren Mengen der einzelnen Mineralstoffe durchdrungen, es giebt keinen Theil der Pflanze, der frei davon wäre, ja es kann sich keine Zelle bilden, ohne dass ihr die nothwendigen Mineralstoffe in genügender Menge zugeführt werden.

Die Pflanzen entnehmen diese mineralischen Stoffe dem Boden, und zwar nicht willkührlich, sondern nach ganz bestimmten Gesetzen, die dem Ernährungsbedürfniss der einzelnen Pflanzenart entsprechen.

2. Nähere Zusammensetzung der Keimungsorgane der Phanerogamen und der Gesammtpflanzen niederer Organisation. Bedeutung dieser Organismen im Haushalt der Natur und Verwendung derselben.

Die Samenkörner, die Sporen, die Pilze, die Keime und Knospen höher organisirter Pflanzen enthalten ausser der Cellulose oder einem der ihr ähnlichen Körper (Stärkmehl, Dextrin, Inulin, Gummi, Zucker, Mannit), Eiweissstoffe, Fett, phosphorsaure Erden, Alkalien, Kieselsäure und Wasser. Es ist dieses unbedingt erforderlich und es könnte nicht anders sein, denn diese Reproductionsorgane, jene auf niederer Stufe der Entwicklung stehenden Pflanzen, jene jungen Knospen müssen nothwendiger Weise die zu ihrer ersten Weiterentwicklung oder zur Erfüllung ihrer Lebensfunctionen erforderlichen Stoffe in genügender Menge vorfinden. Genau dasselbe findet man, wenn man die Zusammensetzung des Eies der Thiere oder die der Milch, welche dem Jungen zur ersten Nahrung dient, untersucht — in beiden, sowohl im Ei, in der Milch des Thieres, wie bei jenen Pflanzen: Eiweissstoffe, zuckerartige Stoffe, Fett, Mineralstoffe. Es sind dieses die Nahrungsmittel, von denen das Thier, die nicht grüne Pflanze und die höher organisirte Pflanze während ihrer Keimungsperiode lebt.

Nachstehende Analysen zeigen die Zusammensetzung einiger solcher Pflanzen und Pflanzentheile im wasserfreien Zustande**:

---

kohlensauren Kalkes in den Pflanzen doch auch durch andere Forscher bestätigt worden. Manche Pflanzentheile sind so reich an kohlensauren Salzen, dass der Nachweis der Gegenwart derselben mit grösster Leichtigkeit zu führen ist. Bringt man z. B. 10—12 Kerne von Celtis Orient. in ein Probirröhrchen, übergiesst mit schwacher Salzsäure und verschliesst mit einem weichen Stopfen, so sieht man sofort eine lebhafte Entwicklung von Kohlensäure eintreten, das Gas treibt in ganz kurzer Zeit den Stopfen aus dem Rohr. Nach PAYEN's Untersuchungen enthalten jene Kerne bis 40 Proc. kohlensauren Kalk.

** Im frischen Zustande enthalten sie an Wasser: Morcheln 90 Proc., Champignons 91 Proc., Trüffeln 72 Proc., Bierhefe 90 Proc., Blumenkohl 90,7 Proc.

	Morcheln	Champignons	Bierhefe	Trüffeln *	Blumenkohl
Eiweiss	44,0	52,0	31,36	62,7	66,0
Fett	5,6	4,4	2,00	2,1	4,5
Mannit, Dextrin, Cellulose etc.	36,8	38,4	59,25	29,4	18,3
Erdphosphate, Chloralkalien, Kieselsäure . .	13,6	5,2	7,39	5,8	11,2

Der Kohlenstoffgehalt der meisten Pflanzentheile schwankt zwischen 48—54 Proc., während, wie wir oben gesehen haben, der Kohlenstoffgehalt der Cellulose nur 44,4 Proc. beträgt. Diese Erhöhung des Kohlenstoffgehalts im Gegensatz zu dem der Cellulose wird durch die Einlagerung und den Gehalt an kohlenstoffreichen Beimengungen, als Lignin, Eiweiss, Fett u. dergl., herbeigeführt. Diese Stoffe sind nun nicht allein reicher an Kohlenstoff, sondern auch reicher an Wasserstoff als die Cellulose, es wird daher in den Pflanzen im Vergleich zum Sauerstoff sich stets ein Ueberschuss von Wasserstoff finden, und es verhält sich in Bezug auf den Gehalt an Elementartheilen die ganze Pflanze ebenso, wie wir es oben für die Zelle gesehen haben.

Wir werden später bei verschiedenen Industriezweigen, z. B. bei der Bierbrauerei und der Branntweinfabrikation, sehen, wie wichtig es ist, dass niedere Organismen, die hierbei eine Rolle zu spielen haben, jederzeit jene oben genannten Nährstoffe in genügender Menge vorfinden. Nur in diesem Falle werden sich die mikroskopisch kleinen Organismen, die wir Hefe nennen, normal entwickeln, nur in diesem Falle wird die Umwandlung des Zuckers in Alkohol, der Zweck der Gährung, sich normal vollziehen, während bei einem Mangel dieser Nährstoffe auf keinen Erfolg zu rechnen ist, die Hefe wird in Zuckerlösungen in kurzer Zeit absterben, wenn nicht gleichzeitig Eiweissstoffe oder solche Stoffe, aus denen Eiweiss gebildet werden kann, und Mineralstoffe zugegen sind.

Manche Erscheinungen, die wir in der Industrie und im täglichen Leben beobachten, werden durch die Thätigkeit und durch die Gegenwart ausserordentlich kleiner, mikroskopischer Organismen herbeigeführt, von Organismen, deren jeder in vielen Fällen nur aus einer einzigen

* Die Trüffeln sind anfangs weiss und nehmen ihre Färbung, ebenso wie ihr Aroma, erst bei beginnender Reife, im Herbst, an, wo ihr Zellgewebe von bräunlichen Sporen erfüllt wird.

Zelle besteht, von denen aber jeder jene vier zur Erfüllung der Lebensfunctionen erforderlichen Nährstoffe enthält. Diese Organismen machen häufig durch die ausserordentlich grosse Zahl ihres Auftretens ihre Gegenwart, zum Vortheil oder zum Nachtheil der Menschen, sehr wahrnehmbar. So können z. B. gewisse Algen, z. B. Euglena sanguinea, von denen jede einzelne nicht über 0,01 Millimeter im Durchmesser hat, durch ihre grosse Anzahl das Wasser von Flüssen roth färben; Algen geben dem Rothen Meere seine Farbe; grosse Strecken des Atlantischen Oceans sieht man durch eine andere Algenart (Protococcus Atlanticus) gefärbt, letztere hat nur 0,005 Millimeter Durchmesser, es würden 40000 Exemplare dieser Pflanze dazu erforderlich sein, um den Quadratraum eines Millimeters zu bedecken. Sie besitzen eine so grosse Fähigkeit sich zu vervielfältigen, dass man auf Entfernungen von 8 Kilometer das Wasser des Meeres durch zahllose dieser Pflänzchen gefärbt gesehen hat. Eine andere Pflanze (Protococcus nivalis) ist es, welche mitunter dem frisch gefallenen Schnee eine rothe oder grüne Farbe ertheilt. Andere solche mikroskopische Pflanzen siedeln sich auf Marmorstatuen an und geben denselben fleckiges Aussehen. Endlich der Protococcus salinus lebt in dem verdunstenden Meerwasser der Salzgärten des südlichen Frankreichs und zeigt, dadurch dass er bei dem Eintritt einer gewissen Dichtigkdit der Flüssigkeit an die Oberfläche getrieben wird, die herannahende Sättigung der Salzlaugen. Wir werden später sehen, dass gewisse Pilzarten bei der Gährung der geistigen Getränke eine wichtige Rolle spielen, dass die Gährung des Brotteiges, dass das Reifen des Käses durch die Gegenwart dieser Pflanzen bedingt werde, dass sie andererseits aber auch beträchtliche Verheerungen herbeiführen und das Verderben grosser Vorräthe von Brot, Mehl, Getreide verursachen, dass sie Krankheiten des Weinstockes, des Hopfens, der Kartoffel veranlassen. Es ist daher von grosser Wichtigkeit, genau die Eigenschaften und die Lebensweise dieser Pflanzen zu kennen, um möglichst ihre Entwickelung befördern zu können, wo sie uns nützlich sind, oder andererseits im Stande zu sein, sie zu unterdrücken, wenn sie uns schädlich werden.

Den Gegensatz zu diesen äusserst kleinen Pflanzen machen solche derselben Art, deren Gewebe weiter entwickelt sind; so giebt es Algen, die uns theils durch ihre sehr beträchtlichen Grössendimensionen, theils durch ihre nützlichen Verwendungen interessiren. In ersterer Beziehung ist Macrocystis pirifera zu erwähnen, dessen Verzweigungen bis 500 Meter lang werden, Sargassum natans, welches im Atlantischen Ocean schwimmende Wiesen bildet, die schon von Columbus beobachtet wurden und eine ausserordentlich grosse Ausdehnung erreichen.

Wir erwähnen ferner die essbaren Algen: Ulva lactuca, Halymenia edulis, Sphaerococcus crispus, Chondria pinnatifida, eine in der Medicin geschätzte Alge: Sphaerococcus helminthocorton. Ferner die als Fucus oder Varech bezeichneten Meeresalgen, welche früher allein die Soda des Handels lieferten und welche noch heute zur Gewinnung von Kalisalzen, von Brom benutzt werden und die einzige Quelle des Jods sind. (Siehe die betreffenden Artikel des ersten Bandes.) Manche Meeresalgen: Plocaria lichenoides, Gelidium corneum, Grateloupia filicina, werden in China verwendet um Gallerten zu bereiten, die von dort nach Europa und Amerika gesandt werden. Von nutzbaren Seepflanzen, obgleich nicht zu den bisher besprochenen Pflanzen gehörig, ist noch das Seegras, Zostera marina, welches zum Ausstopfen von Kissen, Betten, zum Verpacken, in der Papierfabrikation benutzt wird, zu nennen.

8. Allgemeine Gesetze der Ernährung der Pflanzen.

Wenn wir eine Pflanze irgend welcher Art, sei es einer der besprochenen mikroskopisch kleinen Organismen, sei es die höchst entwickelte, der Analyse unterwerfen, so finden wir überall eine gewisse Anzahl der Elemente, und zwar in jeder Pflanze ohne Ausnahme dieselben, nur in wechselnder Menge. Diese Elemente sind: Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel, Kalium, Natrium, Calcium, Magnesium, Eisen, Phosphor, Silicium, Chlor. Ausserdem sind in einzelnen Pflanzen noch nachgewiesen: Rubidium, Cäsium, Lithium, Barium, Aluminium, Mangan, Zink, Brom, Jod, Fluor. Nach dem Vorkommen in allen Pflanzen müssen wir die ersteren als wesentliche Bestandtheile der Pflanzen betrachten, während wir die letzteren, wenigstens in den meisten Fällen, als zufällige Gemengtheile bezeichnen. Die ersteren müssen den Pflanzen zugeführt werden, wenn neue Pflanzensubstanz sich bilden soll, die meisten Pflanzen sind aber zu ihrer vollständigen Entwickelung zu bringen, wenn die letzteren fehlen. Gewisse Verbindungen jener ersten Elemente sind die Nährstoffe der Pflanzen.

In Bezug auf die Ernährung verhalten sich die Pflanzen verschieden. Die auf einer niederen Stufe der Organisation stehenden Pflanzen, sowie die höher organisirten Pflanzen während ihrer Keimungsperiode, bedürfen, wie wir es oben erwähnt haben, zu ihrer Ernährung fertig gebildete organische Substanz. Die Pilze entziehen diese den Substraten auf welchen, oder den Medien in welchen sie leben, der keimende Embryo des Samens, die sich entwickelnde Knospe des Baumes entnimmt diese organische Substanz einem Vorrathe, wel-

cher während der früheren Vegetationsperiode in den den Embryo oder die Knospe umhüllenden oder begleitenden Geweben aufgespeichert ist.

Ganz anders verhalten sich die mit grünen Organen versehenen Pflanzen, ganz anders verhält sich der Keimling, sobald er seine grünen Blätter entwickelt hat. Alsdann dienen ihm, wie jeder belaubten Pflanze, die einfachsten Verbindungen jener Elemente zur Ernährung. Diese Nährstoffe sind: Kohlensäure, Wasser, Salpetersäure, Ammoniak, Schwefelsäure, Phosphorsäure, Kali, Chlornatrium, Kalk, Magnesia, Eisenoxyd, Kieselsäure.

Wenn wir die Zelle des Blattes der höher organisirten Pflanze untersuchen, so finden wir dicht unter ihrer Oberhaut eine grosse Anzahl von Zellen, in deren Protoplasma eine körnige, grün gefärbte Materie abgelagert ist. Eine grüne Masse, der die Blätter ihre Farbe verdanken, die, obwohl nicht wahrnehmbar, auch in solchen Blättern vorhanden ist, die eine rothe Farbe (Blutbuche) zeigen. Wir nennen diese grüne, im Protoplasma enthaltene Masse Chlorophyll.

Dem Chlorophyll kommt die Eigenschaft zu, unter Mitwirkung von Licht, Wärme und bei Gegenwart der übrigen Nährstoffe der Pflanzen die Kohlensäure und das Wasser unter Abscheidung von Sauerstoff zu zersetzen und diese anorganischen Stoffe in organische Materien zu verwandeln.

Es findet daher der wesentliche Unterschied statt: die nicht grüne Pflanze verbraucht organische Materie, die grüne Pflanze producirt organische Materie aus anorganischen Stoffen. Es findet ferner der Unterschied statt: die nicht grüne Pflanze verbraucht nicht allein die organische Substanz zum Aufbau ihres eigenen Körpers, sondern sie zerstört auch einen Theil der organischen Substanz und wandelt sie in Kohlensäure um, während die grüne Pflanze die Kohlensäure zerlegt und organische Substanz aus ihr bereitet.

Da, abgesehen von ihrem Wassergehalt, der grösste Theil der Pflanzensubstanz aus Kohlenstoff besteht, so muss von allen Nährstoffen die Kohlensäure der Pflanzen in grösster Menge zur Verfügung stehen. Wir haben eine stets und ununterbrochen fliessende Quelle der Kohlensäure in der Atmosphäre, und aus ihr schöpfen die Pflanzen ihren ganzen Bedarf dieses Nährstoffs. Die Menge der der atmosphärischen Luft beigemengten Kohlensäure ist ja allerdings relativ gering, wenigstens im Vergleich zu den übrigen Bestandtheilen, doch ist die absolute Menge der Kohlensäure der Atmosphäre so beträchtlich, dass sie für viele Jahre ausreichen würde die Vegetation zu unterhalten, selbst wenn die ganze Oberfläche der Erde, nicht nur unsere Garten-

und Culturflächen, sondern auch alle sterilen Flecke, die ganze Oberfläche des Meeres mit dem üppigsten Wachsthum bedeckt wäre.

Diese Quelle der Kohlensäure ist unversieglich.

Die den Thieren und Menschen zur Nahrung dienenden Pflanzen und Pflanzentheile werden in dem Körper zum bei weitem grössten Theil verbrannt und in Kohlensäure zurückverwandelt; was nicht diesem Verbrennungsprozesse unterliegt, geht nach kurzer Zeit in Fäulniss und Verwesung über. Nach dem Absterben der Pflanzentheile, nach dem Tode der Thiere und Menschen tritt sofort derselbe Verwesungsprozess ein. Auch hier wird aller Kohlenstoff der organischen Materie in Kohlensäure verwandelt. Andere Pflanzenstoffe der jetzigen und einer vorweltlichen Vegetation werden täglich in unseren Kaminen verbrannt und geben den Kohlenstoff als Kohlensäure der Atmosphäre zurück.

So halten sich Pflanzen- und Thierleben zu allen Zeiten das Gleichgewicht. Das Thier ist für sein Leben auf die Aufnahme reinen Sauerstoffs angewiesen und sendet Ströme von Kohlensäure in die Luft. Die Pflanze entzieht die Kohlensäure der Luft und erhält sie athembar für die Thiere, indem sie reinen Sauerstoff der Luft dafür zurückgiebt.

Die Aufnahmsorgane für die Kohlensäure sind alle grün gefärbten Theile der Pflanze. Nur die Kohlensäure, welche in die chlorophyllführende Zelle eintritt, kann zur Ernährung der Pflanze dienen. Ebenso wie die an der Oberfläche der Erde vegetirenden Pflanzen verhalten sich auch die in Wasser untergetaucht lebenden. Sie entnehmen ihren Bedarf an Kohlenstoff der Kohlensäure, welche die Wasserthiere ausathmen, und erhalten dadurch das Wasser bewohnbar für die Thiere.

Der W a s s e r s t o f f und das W a s s e r wird der Pflanze reichlich im Regen und in den atmosphärischen Niederschlägen dargeboten.

Der S t i c k s t o f f kann in der Form, wie er in der Atmosphäre in so grosser Menge, als freies Stickgas, enthalten ist, von der Pflanze nicht aufgenommen werden. Ausser dem freien Stickstoff haben wir in der Luft zwei Verbindungen des Stickstoffs, das Ammoniak und die Salpetersäure. Diesen entnimmt die Pflanze den Stickstoff, woraus sie das Eiweiss und die übrigen stickstoffhaltigen Bestandtheile bildet. Regen, Thau und die übrigen atmosphärischen Niederschläge sammeln das in der Luft enthaltene Ammoniak und die Salpetersäure und führen sie dem Boden zu, woraus die Pflanzenwurzeln diese Nährstoffe aufnehmen. Dem Boden einverleiben wir die Ueberreste der Nahrung der Thiere und Menschen, dem Boden geben wir die abgestorbenen Leiber der Thiere und Menschen zurück. Beim eintretenden Fäulniss- und Verwesungsprozess wird, ebenso wie der Kohlenstoff in Kohlensäure, die stickstoffhaltige organische Materie in Ammoniak und Salpetersäure

verwandelt. So bereichern wir durch die Wiedergabe fäulniss- und verwesungsfähiger Stoffe den Boden an Nährstoffen für eine neue Pflanzengeneration, es geht Vergehen und Entstehen in der Natur stets Hand in Hand, die Materie ist vom Leben zum Tode und vom Tode wieder zum Leben in einem steten ununterbrochenen Kreislauf begriffen.

Nach ihrem Ursprung aus der atmosphärischen Luft bezeichnen wir die Kohlensäure, das Wasser, das Ammoniak und die Salpetersäure als die atmosphärischen Nährstoffe der Pflanzen.

Neuere Untersuchungen haben nachgewiesen, dass Ammoniak und Salpetersäure nicht die einzigen Verbindungsformen sind, aus denen die Pflanzen ihren Stickstoff aufnehmen können, sondern dass auch eine Reihe von stickstoffhaltigen Stoffen, wenn sie der Pflanze dargeboten werden, ihr den Bedarf an Stickstoff liefern können.

Alle übrigen Nährstoffe entnehmen die Pflanzen dem Boden. Nur der Boden besitzt die Bedingungen der Fruchtbarkeit, in welchem alle jene Nährstoffe vorhanden sind, sein Ertragsvermögen, d. h. die Höhe der zu erwartenden Erträge, richtet sich nach der Menge und dem Mischungsverhältniss der im Boden vorhandenen Nährstoffe. Es genügt aber nicht allein, dass die Elemente, deren Verbindungen wir als Nährstoffe bezeichnet haben, im Boden vorhanden seien. Sie müssen darin in einer solchen Form enthalten sein, dass die Pflanzen sie aufnehmen können.

Diese Form nehmen die in fester chemischer Bindung in den die Grundmasse des Bodens bildenden Gebirgsmassen vorhandenen Stoffe durch den Prozess der Verwitterung an, wodurch einmal der mechanische Zusammenhang gelockert, so dass die zarten Wurzelorgane der Pflanzen eindringen, andererseits die chemische Zusammensetzung so verändert wird, dass die Wurzeln nun die Gemengtheile aufnehmen können. Durch den Verwitterungsprozess werden die Bestandtheile des Bodens theils in in Wasser lösliche, theils in Wasser unter Mitwirkung der Kohlensäure lösliche, theils in Wasser nicht lösliche Verbindungen umgewandelt. Die Nährstoffe, welche letztere Form angenommen haben, werden durch eigene Thätigkeit der Wurzeln, durch Einwirkung der in den Wurzelzellen enthaltenen Bestandtheile löslich gemacht.

Nur gelöste Stoffe können von der Pflanze aufgenommen werden.

Im Gegensatz zu den atmosphärischen bezeichnen wir die dem Boden, also dem Mineralreiche entstammenden als die mineralischen Nährstoffe der Pflanzen.

Die sämmtlichen Nährstoffe der Pflanzen sind sich gleichwerthig. Wenn wir auch sehen, dass in allen Pflanzenarten die Menge der dem Mineralreich entstammenden Bestandtheile geringer, häufig sehr viel

geringer ist als der übrige Theil der Pflanzen, so kann doch keine Pflanze, nicht einmal der kleinste Pflanzentheil sich bilden, wenn jene fehlen, ja wir wissen sogar durch die exactesten Untersuchungen, dass ein einziger aller Nährstoffe, den wir der Pflanze vorenthalten, alle übrigen werthlos macht, dass also eine Vegetation nur möglich ist, wenn alle gleichzeitig vorhanden sind, und es muss also das Ertragsvermögen des Bodens abhängig sein von dem Nährstoff, der sich in geringster Menge darin vorfindet.

Es ist somit klar, dass wir unserem Boden eine ewige Fruchtbarkeit und bei dem von Jahr zu Jahr fortschreitenden Verwitterungsprozess ein von Jahr zu Jahr sich steigerndes Ertragsvermögen erhalten und geben würden, wenn wir die auf dem Boden gewachsenen Bestandtheile der Pflanzen unserem Felde wieder einverleiben würden.

Dies geschieht aber im Allgemeinen nicht.

Wir produciren auf dem Felde jedes Jahr eine grosse Masse von Pflanzensubstanz, deren Bestandtheile als Korn, Fleisch, Milch den grossen Städten zugeführt werden, die dem Felde nicht wieder zufliessen und von den Städten aus den Boden, die Flüsse, die Atmosphäre durch ihre Zersetzung mit Giftstoffen aller Art erfüllen. Nicht allein aber, dass sie hier die verderblichsten Folgen herbeiführen, sondern es hat dies fortgesetzte Ausführen die nothwendige Folge, dass der Boden des Feldes, auf dem diese Stoffe gewachsen sind, nach und nach an den Nährstoffen verarmen muss, die zur Entwicklung neuer Pflanzen unumgänglich nothwendig sind.

Wir können der Verarmung des Bodens vorbeugen, indem wir entweder die Entleerungen der Städter auf das Feld zurückbringen, oder indem wir die Nährstoffe der Pflanzen in einer anderen Form dem Boden wiedergeben.

Diese verschiedenen Quellen des Ersatzes werden wir später ausführlicher besprechen.

Nähere organische Bestandtheile der Pflanzen.

1. Vertheilung der organischen Bestandtheile der Pflanzen. 2. Classifikation der organischen Verbindungen in drei Gruppen.

1. Vertheilung der organischen Bestandtheile in den Pflanzen.

Die näheren organischen Bestandtheile der Pflanzen, im freien Zustande, oder untereinander zu chemischen Verbindungen vereinigt, kommen gewöhnlich in verschiedener Menge in den einzelnen Organen der Pflanzen vor, oder manche derselben finden sich ganz vorzugsweise in bestimmten Geweben. So sind die Eiweissstoffe neben manchen stickstofffreien und mineralischen Stoffen überwiegend in den der eigentlichen vegetativen Production gewidmeten Organen; Cellulose in mehr oder weniger reinem Zustande, mehr oder weniger verdickt und eingelagert mit fremden Stoffen bildet die Membran der Zellen, die Wandungen der Gefässe, diese Membranen und Wandungen sind um so feiner und zarter, je jünger das Gewebe und je mehr sich die Vegetationsthätigkeit in demselben geltend macht.

Der Zucker, im Zuckerrohr wie in der Zuckerrübe, findet sich in wässriger Lösung im Parenchym der Zellen, welches rings um die Gefässbündel des Rohrs oder der Knolle gelagert ist (Tafel XXX und XXXIV).

Das Stärkmehl ist in der Kartoffel in ganz ähnlichen Geweben abgelagert.

Das Lignin verdickt und durchdringt ganz vorzugsweise die Zellmembranen des Holzgewebes, die im jugendlichen Zustande aus reiner Cellulose bestehen.

Verschiedene aetherische Oele, Harze, Balsame werden in besondere Drüsenräume, Canäle und Höhlungen der Pflanze abgesondert.

Oxalsaures Kali und Natron in alkalischer Lösung erfüllt zahlreiche Drüsen der Blätter und Zweige des Eiskrautes (Mesembrianthemum crystallinum) und liefert bei der Verbrennung den grössten Theil des Alkali und der Soda von Teneriffa.

Eine oder zwei Zellreihen, dicht unter der Oberhaut gelagert, sind bei den Samen der Gramineen dicht von Oeltropfen oder Eiweiss er-

füllt. Der Cotyledon derselben Samen zeigt eine grosse Anzahl von Zellen, deren Inhalt aus Fetttropfen und Eiweiss besteht.

Die Cotyledonen der Samen aller sogenannten Oelfrüchte sind ganz besonders reich an mit Fett und Eiweiss gefüllten Zellen. Alle Samenkörner überhaupt sind reich an Eiweissstoffen, und dieses findet sich stets begleitet von Fett oder Stärkmehl und den mineralischen Nährstoffen der Pflanzen.

Die Gewerbe, welche die Verarbeitung der organischen Stoffe umfassen, bezwecken im Allgemeinen die Gewinnung dieser Bestandtheile der Pflanzen (Gespinnstfasern, Stärkmehl, Zucker, Indigo, Fette und Oele, aetherische Oele, Alkaloide, organische Säuren) oder die Umwandlung der Pflanzenstoffe in andere Producte (Dextrin, Traubenzucker, Wein, Bier, Obstwein, Alkohol, Essig).

2. Classifikation der organischen Verbindungen in drei Gruppen.

Nach ihrer Zusammensetzung kann man die organischen Verbindungen des Pflanzenreiches in drei grosse Gruppen theilen. Man kann sie, wenn man die ältere Schreibweise der Atome beibehält, betrachten als bestehend:

1) Aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, wobei die Atomenzahl des Sauerstoffs grösser ist als die des Wasserstoffs.
2) Aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff mit gleicher Zahl von Wasserstoff- und Sauerstoff-Atomen (Kohlehydrate).
3) Aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff mit überwiegendem Wasserstoffgehalt; in die Zusammensetzung dieser Verbindungen tritt manchmal noch Stickstoff ein.

Als Beispiel stellen wir einige der organischen Verbindungen nachstehend in diesen drei Gruppen zusammen:

1) Mit überschüssigem Sauerstoff:

Pectin, Apiin, Pectose, Gelose.

Pectinsäure, Oxalsäure, Weinsäure, Traubensäure, Citronensäure, Aepfelsäure, Gerbsäure, Gallussäure, Meconsäure, Ameisensäure, Fumarsäure, Aconitsäure, Chelidonsäure.

2) Mit gleicher Atomzahl Wasserstoff und Sauerstoff:

Neutrale Substanzen: Cellulose, Stärkmehl, Dextrin, Inulin, Gummi, Zucker, Traubenzucker, Sorbin.

Säuren: Milchsäure, Essigsäure, Chinasäure.

3) Mit überschüssigem Wasserstoff, zum Theil nur aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehend:

Bestandtheile des Holzgewebes: Cellulose + Lignin, Lignon, Lignin, Lignose, Lignerose.

Stickstoffhaltige neutrale Stoffe: Albumin, Casein, Kleber, Fibrin, Legumin, Asparagin.

Fette, Harze, Balsame, aetherische Oele, Kautschuk, Gutta-Percha, Campher, Wachs, Mannit, Saponin, Phloridin, Picrotoxin, Cumarin, Amygdalin, Benzoësäure.

Basen: Cinchonidin, Chinin, Chinidin, Aricin, Berberin, Solanin, Strychnin, Codein, Brucin, Morphin, Narcein, Cotarnin, Papaverin, Narcotin, Atropin, Solanin, Nicotin, Harmalin, Piperin, Theobromin, Caffein.

Verschiedene Farbstoffe *.

---

* Diese Eintheilung der organischen Verbindungen geben wir nach dem Originale. Da dieses Werk kein Lehrbuch der organischen Chemie ist, so mag aus Zweckmässigkeitsgründen diese Zusammenstellung beibehalten werden, obgleich sie wissenschaftlicher Begründung entbehrt.

Cellulose.

1. Form und Beschaffenheit. 2. Zusammensetzung, Reindarstellung, Eigenschaften, Reactionen, Verwendungen. 3. Thierische Cellulose. 4. Prüfungsmethoden der Gespinnste und Gewebe vegetabilischen und animalen Ursprungs. 5. Zubereitung der Gespinnstfasern des Leins und des Hanfes.

1. Form und Beschaffenheit.

Das Gerüst der festen Pflanzengewebe wird aus Cellulose gebildet, einer Materie, die diesen Namen erhalten hat, weil sie bei ihrem Entstehen die Form von Zellen annimmt. Je nach den Lagerungsverhältnissen ihrer kleinsten Theilchen hat die Cellulose verschiedene physikalische Eigenschaften. In dem isländischen Moos sind die Moleküle so locker gelagert und ausserdem in ihrem Zusammenhange noch durch die Einlagerung von Inulin geschwächt, dass die Zellen beim blossen Kochen mit Wasser ausserordentlich stark aufquellen, zerfallen und sich zu einer beim Erkalten gelatinirenden Flüssigkeit lösen. Die Cellulose wird in dieser gallertartigen Masse durch Jod blau gefärbt*. Dieselbe Blaufärbung zeigen die Gewebe mancher Pilze und die sehr dicken Membranen der Blattzellen mancher Aurantiaceen.

Ganz anders verhalten sich manche andere Zellen. Die Kernschale der Cocosnuss, die Früchte von Phytelephas macrocarpa (Elfenbeinnuss) haben Zellen mit fast steinharter, dicker Wandung. Die Elfenbeinnuss verdankt dieser Eigenschaft ihre Benennung und ihre Verwendung zu Drechslerarbeiten und Schnitzwerken.

---

* Diese Eigenschaft der Cellulose, die sich auch bei einigen anderen Flechten findet, hat die Annahme einer besonderen, von der Cellulose angeblich verschiedenen chemischen Verbindung, des Lichenins, veranlasst, welches sich beim Kochen mit Wasser in eine gummiartige Materie verwandeln soll. Die Flüssigkeit enthält aber keinen Gummi, da sie bei der Behandlung mit Salpetersäure keine Schleimsäure liefert. Zur Annahme dieser besonderen chemischen Verbindung liegt keine Veranlassung vor, man müsste sonst so viele einzelne chemische Verbindungen anerkennen, als es Modifikationen der Cellulose giebt, alle diese sind ausschliesslich auf Lagerungsverhältnisse ihrer kleinsten Theilchen zurückzuführen.

Eine Reihe von Zeichnungen auf Tafel XVIII. zeigen die verschiedenen Formen der Zellwandungen.

Fig. 2 und 3 mikroskopisches Bild eines Durchschnitts des Perisperms von Phytelephas. Die einzelnen Zellen stossen in den feinen Linien b′ und b″ zusammen, BB′ und c′ sind die Zellwandungen, die so dick sind, dass sie mehr Raum erfüllen als das Innere der Zelle. Im Inneren der Zellen MM′ finden sich Reste des Protoplasmas, körnige, eiweissartige Materie. Die dunkler gehaltenen Partien der Zeichnung zeigen die Einwirkung von Jod und Schwefelsäure, welche die Cellulose bläuet.

Fig. 4 ist ein Querdurchschnitt durch dieselben Zellen, in welchen durch Einwirkung von Schwefelsäure die stickstoffhaltigen Substanzen zerstört und von jenen umhüllte Fetttröpfchen frei gelegt sind.

Fig. 9 und 10 stellt das Gewebe zweier ölführender Saamen, des Leins und des Rapses dar. Bei der Behandlung mit Jod und Schwefelsäure werden die inneren, von Eiweiss und Fett erfüllten Theile der Zellen gelb bis braun gefärbt, während die Cellulosemembranen blau gefärbt werden. Bei dieser Behandlung wird ein Theil des Eiweisses zerstört, so dass die Oeltröpfchen zu grösseren Tropfen, wie bei L und J, zusammenfliessen.

Ein Beispiel sehr zarter Cellulosemembranen findet sich in dem Mark der Aralia papyrifera oder pentaphylla, welche auf Formosa angebaut und namentlich von den Chinesen zur Darstellung ihres Reispapiers benutzt wird. Ein Theil des Gewebes ist in Fig. 1 bei 500-maliger Vergrösserung gezeichnet. A sind die normalen, Reste von Eiweiss enthaltenden, A′ mit Jod und Schwefelsäure behandelte Zellen. Die Cellulosemembranen sind mit Kalksalzen infiltrirt, die einzelnen Zellen durch pectinsaure Erden verkittet. Durch Behandlung mit verdünnter Salzsäure, Ammoniak und Wasser, wie oben S. 3 beschrieben ist, lassen die Zellen sich isoliren und fallen dann beim Schütteln der Flüssigkeit auseinander.

Die Membranen der Gespinnstfasern, welche aus langgestreckten, röhrenförmigen, mehr oder weniger verdickten Zellen gebildet werden, bestehen ebenfalls aus fast reiner Cellulose*. In Fig. 5 ist D eine Leinfaser, E Hanffaser, F Baumwollfaser. Die letztere plattet sich wegen der zarten Membranen ihrer Zellen leicht ab und nimmt dann

* Die äusseren Wandungen der Zellen sind mit einer stickstoffhaltigen Materie überzogen, im Innern enthalten die Zellen mehr oder weniger stickstoffhaltige Stoffe, Fett etc. etc. Die einzelnen Fasern des Leins, des Hanfes sind in der Pflanze unter sich durch pectinsaure Salze verkittet.

ein bandartiges Ansehen an; sie lässt sich hieran leicht beim Betrachten mittelst des Mikroskopes erkennen. Man kann hierdurch selbst nach dem Verspinnen, in Geweben, ja selbst nach der Verarbeitung zu Papier Baumwolle leicht von Hanf oder Flachs unterscheiden; die letzteren bleiben wegen ihrer starken Membranen stets cylindrisch oder prismatisch, während die Baumwolle bandartig erscheint.

Das Holzgewebe der Bäume besteht, wie oben erwähnt, nur zum Theil aus Cellulose, dieselbe ist hier je nach dem Alter der Zellen mehr oder weniger mit Lignin und anderen Stoffen incrustirt. Fig. 7 zeigt einen Durchschnitt durch Eichenholz (Kernholz), Fig. 6 aus dem jüngeren Theile des Splintes. G und H in beiden Figuren sind grosse saftführende Gefässe. Man sieht, wie in dem jüngeren Theile die Zellwandungen weniger verdickt und weniger incrustirt sind. In Fig. 8 sind die nicht verdickten Membranen in a, in b die Ueberbleibsel derselben nach der Behandlung mit Jod und Schwefelsäure dargestellt.

2. Zusammensetzung, Eigenschaften, Reindarstellung und Reactionen der Cellulose.

Die reine Cellulose, aus welcher Pflanze oder welchem Pflanzentheil sie auch dargestellt sei, hat immer die den Formeln $C^{12}H^{20}O^{10}$ oder $C^{12}H^{10}O^{10}$ entsprechende Zusammensetzung, oder procentisch:

Kohlenstoff	44,44
Wasserstoff	6,18
Sauerstoff	49,38
	100,00

Sie ist gleich zusammengesetzt wie das Stärkmehl, das Dextrin, das Inulin, ist daher mit diesen Körpern isomer.

Die reine Cellulose ist weiss, durchscheinend, unlöslich in Wasser, Alkohol, Aether, fetten und aetherischen Oelen.

Verdünnte wässrige Lösungen der ätzenden Alkalien und verdünnte Säuren greifen die einigermassen feste Cellulose selbst bei lange fortgesetztem Kochen nicht an. Concentrirte Schwefelsäure und concentrirte Phosphorsäure zerstören die Cellulose schon in der Kälte, verwandeln sie zunächst in eine dem Stärkmehl ähnliche Substanz, dann in Dextrin, endlich in Traubenzucker. Concentrirte Schwefelsäure verbindet sich mit der Cellulose zu einer gepaarten Säure, die sich nach dem Verdünnen und Kochen mit Wasser zersetzt und Traubenzucker bildet. Concentrirte Salpetersäure liefert bei ihrer Einwirkung auf Cellulose Pyroxylin (Schiessbaumwolle), von welchem unten die Rede sein wird.

Stark oxydirende Agentien, wie Chlor und unterchlorigsaure Salze,

können selbst unter Wasser die Zerstörung und Verbrennung der Cellulose herbeiführen. Bringt man in eine gesättigte Chlorkalklösung Papierbrei, zerfasertes Filtrirpapier und erwärmt, so tritt eine sehr heftige Reaction ein, die sich auch fortsetzt, nachdem die Wärmequelle beseitigt ist. Es tritt dabei eine sehr lebhafte Kohlensäureentwicklung ein, die Cellulose zerfällt, wird zerstört, verbrennt. Die Zerstörung und das Verderben unserer Gewebe bei unvorsichtiger Anwendung des Chlorkalks beim Bleichen wird durch dieselbe Ursache herbeigeführt.

Ein charakteristisches Verhalten zeigt die Cellulose bei der Behandlung mit Jod und Schwefelsäure, wie oben oft erwähnt. Befeuchtet man Baumwolle, Papier oder irgend ein aus reiner Cellulose bestehendes Pflanzengewebe mit wässriger Jodlösung und fügt dann einen Tropfen concentrirte Schwefelsäure zu, so erscheint sofort eine blaue Färbung. Die Jodreaction ist charakteristisch für das Stärkmehl, man kann daher annehmen, dass die Cellulose im ersten Moment der Einwirkung der Schwefelsäure in eine dem Stärkmehl nahestehende Substanz verwandelt werde. Das Verhalten gegen Jod und Schwefelsäure kommt aber nicht ausschliesslich dem Stärkmehl zu, es giebt einige andere Körper, die dieselbe Erscheinung zeigen.

Die Reindarstellung der Cellulose ist, je nach dem Rohmaterial, aus dem man sie darstellen will, leichter oder schwieriger. Am besten gelingt es, sie aus Baumwolle, reinem Filtrirpapier, alter Leinwand abzuscheiden. Es genügt dazu, sie mit einer verdünnten, etwa 5 Proc. Kali oder Natron haltenden Flüssigkeit eine Stunde zu kochen, mit Wasser zu waschen, dann mit ebenso verdünnter Schwefelsäure zu kochen, wieder mit Wasser zu waschen und endlich mit Alkohol und Aether zu extrahiren. Man erhält so eine Cellulose, die nur noch durch Spuren von Kieselsäure verunreinigt ist.

Weit schwieriger ist es, die Cellulose aus Holz oder verholzten Pflanzengeweben rein zu erhalten. Man behandelt diese zuerst mit Chlorkalklösung, verdampft darauf, nach dem Waschen, mit Kalilauge bis zur Trockne und wiederholt die abwechselnde Behandlung mit Chlorkalk und Kali mehrere Male, um die incrustirenden Materien, das Lignin, die im Innern der Zellen enthaltenen stickstoffhaltigen Stoffe, Farbstoffe, Fette vollständig zu zerstören und auszuziehen.

Bei dieser Methode ist durch die Einwirkung des Chlors und des Kalis auf die Cellulose ein sehr bedeutender Verlust an Substanz nicht zu vermeiden. Dagegen gelingt es, die Cellulose rein und unverändert abzuscheiden nach dem von Fr. Schulze angegebenen Verfahren.

10 Theile Substanz werden mit einer Mischung von 120 Theilen

Salpetersäure von 1,100 spec. Gewicht und 8 Theilen chlorsaurem Kali 14 Tage bis 3 Wochen in der Kälte digerirt (man darf, um leicht eintretende Explosionen zu vermeiden, nicht erwärmen). Die gebleichte Masse wird erst mit kaltem Wasser, dann anhaltend mit siedendem Wasser gewaschen, darauf mit sehr verdünntem Ammoniak digerirt, wieder mit Wasser und schliesslich mit Alkohol und Aether gewaschen. Wenngleich bei diesem Verfahren die Cellulose intact bleibt, so gelingt es doch nicht immer, alles Lignin zu zerstören.

Ebenso wie aus den Pflanzen und Pflanzentheilen kann man die Cellulose aus den festen Excrementen der Thiere, namentlich der Wiederkäuer darstellen. Man hat dabei den Vortheil, dass die einzelnen Gewebe durch das Kauen und Wiederkauen zerstört und dass eine Menge von fremden Stoffen durch die Vorgänge der Verdauung ausgezogen sind. Die feineren, locker geschichteten Theile der Cellulose werden während des Verdauungsaktes gelöst und vom Körper der Thiere resorbirt, während die festeren Partien, die Epidermisschichten, die Gefässbündel, die Gefässe des Holzgewebes zurückbleiben.

Löslichkeit der Cellulose. — Cellulose löst sich in einer ammoniakalischen Kupferoxydlösung (SCHWEITZER).

Eine solche Lösung erhält man auf verschiedene Weise. Nach PELIGOT: Man füllt ein oben und unten offenes Glasrohr mit gewöhnlichen Kupferdrehspähnen (oder besser mit Kupferdrehspähnen, die durch Glühen oberflächlich oxydirt und darauf durch Wasserstoff wieder reducirt sind) und lässt aus einer mit Glashahn versehenen Flasche tropfenweis sehr concentrirtes Ammoniak über das Kupfer fliessen. Unter dem Einfluss des Sauerstoffs der Luft und des Ammoniaks oxydirt sich das Kupfer und es fliesst eine tief blau gefärbte Lösung von Kupferoxyd in das unter die Mündung des Rohrs gestellte Gefäss. Die Lösung lässt man dann auf dieselbe Weise noch zweimal über das Kupfer fliessen, um sie möglichst zu sättigen.

Oder man füllt ein Glasgefäss ganz mit Kupferspähnen an, giesst so viel concentrirtes Ammoniak hinein, dass die Spähne zur Hälfte bedeckt werden, und saugt mittelst eines Aspirators von Kohlensäure befreite Luft hindurch.

Oder endlich: Man löst Kupferoxydhydrat in möglichst concentrirtem Ammoniak.

In dieser Flüssigkeit löst sich die Cellulose, wie sie im Filtrirpapier oder im Seidenpapier enthalten ist, mit grösster Leichtigkeit. Bringt man ein Blatt Papier in die Flüssigkeit, so quillt es zuerst stark auf und löst sich nach kurzer Zeit. Bei einem Gehalt von 3—4 Procent Cellulose ist die Lösung dickflüssig, syrupartig. Sie lässt sich

nicht durch Papier filtriren, weil das Filter durch den Ueberschuss des Kupferoxydammoniaks zerstört werden würde. Reste ungelöster Substanz lassen sich durch ein Asbestfilter beseitigen.

Sättigt man die klare Lösung der Cellulose mit Salzsäure, so entsteht Salmiak und Kupferchlorid, welche gelöst bleiben, und es scheidet sich die Cellulose rein aus, durch Waschen mit Wasser kann sie von Ammoniak- und Kupfersalzen befreit werden und ergiebt dann bei der Analyse dieselbe Zusammensetzung wie die unveränderte Substanz.

In diesem Zustande stellt die Cellulose bei der mikroskopischen Betrachtung körnige Flocken von unbestimmbarer Form dar. Trotz der ungemein grossen Vertheilung ihrer kleinsten Theile wird die regenerirte Cellulose nicht in jene stärkmehlartige Modifikation übergeführt, sie ist chemisch unverändert, sie bläuet sich mit Jodlösung nicht, erst nach Behandlung mit Schwefelsäure zeigt sie diese Reaction.

Wenn die Cellulose mit dem Kupferoxydammoniak eine Verbindung eingeht, so ist diese jedenfalls sehr lockerer Art. Verdünnt man eine Lösung mit sehr viel Wasser, so scheidet sich schon Cellulose ab, oder wenn man eine mässig verdünnte Lösung tropfenweis mit Salzsäure vermischt, um nur den grossen Ueberschuss an Ammoniak theilweis zu neutralisiren, so fällt ebenfalls Cellulose nieder. Die sich hier abscheidende Cellulose ist jedoch nicht rein, sondern enthält stets, nach PAYEN's Untersuchungen, Kupferoxyd.

Lässt man die Kupferoxydlösung auf vegetabilische Gewebe einwirken, so lösen sich die Parenchymzellen und die Zellkerne mit Leichtigkeit, während die Epidermis, die Cuticula, die Holzfasern der Einwirkung widerstehen.

Dieser Widerstand der Gewebe ist nach PAYEN's Untersuchungen aber nur ein partieller, denn wenn man die fremden Stoffe aus diesen Geweben abscheidet, so löst sich auch die Cellulose mit Leichtigkeit. Man sieht daher, dass einerseits die in der Epidermis und Cuticula abgelagerten Eiweissstoffe, Fette, Mineralstoffe, wie andererseits das in den Holzzellen eingeschlossene Lignin, ebenso hindernd auf diese Löslichkeit wirken, wie sie der Einwirkung der Schwefelsäure ein Hinderniss bereiten, indem dieselben Stoffe die Jodreaction nicht zeigen.

Verschiedene Substanzen zeigen gegen die ammoniakalische Kupferlösung folgendes Verhalten:

Reine Cellulose der Gespinnstfasern löst sich und wird vollständig durch Sättigung mit Säuren gefällt.

Quittenschleim (isomer der Cellulose) verhält sich wie Cellulose.

Weizenkleber: vollständig löslich.

Blutfibrin: quillt, ist nach 36 Stunden vollständig gelöst, durch Sättigung mit Säure werden 93 Proc. der angewandten Menge wieder abgeschieden, ein Theil desselben wird also weiter zersetzt.

Geronnenes Eier-Eiweiss: quillt, ist nach drei Tagen vollständig gelöst; bei der Sättigung werden nur 53 Proc. gefällt.

Gequollener Leim: wird in 12 Secunden gelöst, durch Säuren wird nichts gefällt.

Wolle: quillt, zerfällt, ist nach sechs Tagen zum grössten Theil gelöst; bei der Sättigung scheiden sich nur 16 Proc. wieder aus.

Haare ähnlich wie Wolle.

Pferdehaare: es lösen sich 94 Proc.; davon werden 38 Proc. der Substanz gefällt.

Horn: vollständig löslich, 16 Proc. durch Säuren abscheidbar.

Nach Schlossberger wird die in Kupferoxydammoniak gelöste Baumwolle bei der Behandlung mit concentrirter Kochsalzlösung nach einiger Zeit unlöslich, nach dem Waschen und Trocknen färbt sie sich mit Jod blau. Ebenso wie durch Säuren wird die im Schweitzer'schen Reagens gelöste Baumwolle durch Zusatz von Gummi, Dextrin, Traubenzucker gefällt.

Die amorphe Cellulose wird durch Schwefelsäure weit leichter und rascher in Dextrin und Zucker verwandelt, als die unveränderte Cellulose der Baumwolle.

Dieses Verhalten unter verschiedenen Umständen zeigt von Neuem, wie gänzlich veränderte Eigenschaften derselbe Körper je nach seiner Organisation, je nach seiner dichteren oder lockereren Beschaffenheit annehmen kann.

Von den Bestandtheilen sonstiger Gespinnstfasern lässt sich die Cellulose auf chemischem Wege unterscheiden. Nickeloxyd-Ammoniak löst Seide, aber keine Cellulose, in gemischten Geweben bleiben daher Baumwolle, Leinen, Hanf bei der Behandlung mit diesem Reagens unverändert. Ebenso löst sich Seide in einer sehr concentrirten Chlorzinklösung, Cellulose wird nicht angegriffen. Wir werden von diesem Verhalten bei der Prüfung der Gewebe Gebrauch machen.

Verwendung der Cellulose. — Die Cellulose der zartwandigen Zellen ist als Nahrungsmittel zu betrachten, da sie von dem Thiere verdaut wird, s. o., sie spielt offenbar bei den Ernährungsvorgängen dieselbe Rolle wie das Stärkmehl; wir wissen gegenwärtig aber noch nicht, durch welches Secret des Körpers die Verdaulichkeit, die Lösung im Verdauungscanale herbeigeführt wird.

Als langgestreckte Zellen bildet die Cellulose den wesentlichsten Bestandtheil der Gespinnstfasern: Lein, Hanf, Baumwolle, Agave ame-

ricana, Phormium tenax, Banane, Bohemeria utilis, Urtica nivaea, welche zur Fabrikation von Fäden, Seilen, Geweben, Papier, Pappe benutzt werden.

Pelouze stellt Traubenzucker durch Einwirkung von Salzsäure auf die Cellulose der Gespinnstfasern dar.

Bachet und Machard haben auf das Verhalten der Holzsubstanz gegen verdünnte Salzsäure eine doppelte Industrie begründet. Sie kochen das in Scheiben von 1 C.M. Dicke zerschnittene Holz 12 Stunden lang in grossen Bottichen mit zehnfach verdünnter Salzsäure durch direct einströmenden Dampf. Die weicheren Theile der Cellulose werden dabei gelöst und in Zucker verwandelt. Die Lösung, fast vollständig mit Kreide gesättigt, wird durch Zusatz von Hefe in Gährung gebracht und liefert bei der Destillation Alkohol. Der unlösliche Rückstand des Holzes wird gebleicht, mit Alkali gekocht und lässt sich dann in Papierstoff verwandeln (s. Papierfabrikation).

Eine weitere Verwendung findet die Cellulose zur Darstellung der Oxalsäure. Feine Sägspähne werden mit sehr concentrirter Kalilauge verdampft und der Rückstand stark erhitzt. Die zurückbleibende Masse enthält oxalsaures Kali.

8. Thierische Cellulose (Tunicin).

In dem Maasse, wie wir bei der Betrachtung von höher organisirten thierischen Wesen zu denen niederer Organisation hinabsteigen, kommen wir zu Individuen, bei denen das Charakteristische des Thieres sich mehr und mehr verwischt, bei denen es häufig zweifelhaft wird, ob sie zu den Thieren, ob zu den Pflanzen zu rechnen seien. Auch in chemischer Beziehung stossen wir hier auf Schwierigkeiten. Während die Oberhaut sämmtlicher höher organisirten Thiere, wie deren sämmtliche Gewebe aus stickstoffreicher, eiweissartiger Materie besteht, finden wir die Oberhaut mancher solcher Thiere verhältnissmässig stickstoffarm, und wir können aus derselben einen stickstofffreien Körper von der Zusammensetzung der Cellulose abscheiden. Das Vorkommen desselben ist von C. Schmidt entdeckt und von Loewig und Koellicker bestätigt. Der braune Mantel der Tunicaten, die Hülle von Phallusia mamillaris, die knorpelige Hülle der Ascidien, der Mantel der Cynthien hinterlässt nach der Behandlung mit heissem Wasser, Alkalien, Säuren, Alkohol und Aether eine weisse Substanz in der Form der angewandten Stoffe. Diese ist als thierische Cellulose oder Tunicin bezeichnet. Wenngleich ihre Zusammensetzung dieselbe ist wie die der pflanzlichen Cellulose und wenngleich beide in vielen Eigenschaften unter einander übereinstimmen, so ist es doch wohl fraglich, ob beide identisch sind, um so mehr da es einige Eigenschaften des Tunicins giebt, welche die-

ses von der Cellulose unterscheiden lassen. Nach BERTHELOT wird das Tunicin durch Jod gelb gefärbt, in Kupferoxyd-Ammoniak löst es sich sehr schwer, Fluorbor verkohlt Cellulose sofort, Tunicin wird nicht davon angegriffen *.

4. Prüfungsmethoden der Gespinnste und Gewebe vegetabilischen und animalen Ursprungs.

Die dem Thierreich entstammenden spinnbaren Fasern unterscheiden sich von denen des Pflanzenreichs durch ihre complicirtere Zusammensetzung. Von den ersteren gehört die Wolle zu der Gruppe der eiweissartigen Stoffe und enthält wie diese eine grosse Menge Stickstoff und kleine Quantitäten Schwefel. Die Seide ist frei von Schwefel. Beide Gruppen lassen sich leicht von einander unterscheiden. Die thierischen Fasern lösen sich leicht beim Sieden in einer 5—10procentigen Kalilauge, von welcher die festere Cellulose der vegetabilischen Fasern nicht angegriffen wird. Um daher in einem Gewebe zu bestimmen, ob dasselbe aus Wolle oder Seide mit oder ohne Zusätze von Baumwolle, Leinen, Hanf gefertigt sei, braucht man nur ein Stückchen desselben mit 10procentiger Kalilauge einige Zeit zu kochen. Besteht es aus reiner Wolle oder Seide, so löst es sich vollständig, waren andere Fasern eingewebt, so bleiben diese zurück. Um das Verhältniss zwischen jenen Fasern zu bestimmen, schneidet man am besten ein Stückchen von bestimmter Grösse ab, zählt unter einer guten Loupe die einzelnen Fäden des Gewebes und kocht darauf mit Kali. Nachdem die thierischen Fasern gelöst sind, spült man vorsichtig in reinem Wasser, trocknet und zählt wieder die zurückbleibenden Fäden. Die Differenz der vor und nach dem Kochen vorhandenen Fäden giebt die Zahl der Woll- oder Seidenfäden, der Rest die der vegetabilischen Fäden. In ungefärbten Stoffen kann man den Procentgehalt beider gewichtsanalytisch bestimmen, wenn man die Gewebe vor dem Kochen mit Kali scharf austrocknet, sie in einem verschlossenen Gefässe wiegt und nach der Behandlung mit Kali die getrockneten vegetabilischen Fasern ebenso wiegt.

Wolle und Seide nebeneinander lassen sich durch ihr Verhalten gegen Bleioxydkali qualitativ nachweisen. Man bereitet sich eine Bleioxydlösung, indem man in 100 Theilen Wasser 10 Theile Kali löst und mit 15 Theilen Bleiglätte kocht. In die, nach dem Erkalten durch Filtration geklärte, Flüssigkeit taucht man die Gewebe. Alle schwefel-

* Wir differiren hier mit den Ansichten PAYEN's, der die thierische Cellulose für völlig identisch mit der pflanzlichen hält.

haltigen Stoffe, also Wolle, Federn, Haare, Haut, Nägel, Muskeln, Eiweiss etc. werden darin braun gefärbt, während schwefelfreie, also Seide, Knochen, Leim, Chitin in den Flügeldecken der Käfer und den Panzern der Krebse, Elfenbein, Gelatin nicht davon gefärbt werden.

Um Baumwolle, Wolle und Seide in gemischten Geweben zu erkennen, kocht man mit concentrirter Salzsäure. Die Baumwolle wird dadurch in ihrer Substanz völlig zerstört, theils gelöst, theils so brüchig, dass sie nach dem Waschen und Trocknen als Staub von der übrigen Masse zu trennen ist. Den Rest bringt man in kalte starke Salpetersäure, die Seide wird in wenigen Minuten völlig gelöst, während die Wolle ziemlich unverändert bleibt.

Die Fasern des neuseeländischen Flachses (Phormium tenax) und der Jute (Corchorus capsularis) erkennt man neben Hanf und Lein an dem eigenthümlichen Verhalten der in ersteren zurückbleibenden stickstoffhaltigen Bestandtheile. Man taucht die zu untersuchenden Stoffe für einen Augenblick in rothe Salpetersäure von 36° B., der neuseeländische Flachs wird dadurch, wenn er nicht vorher vollständig gebleicht war, sofort roth gefärbt. Noch charakteristischer ist folgende Reaction: Die zu untersuchenden Garne oder Gewebe werden in gesättigtes Chlorwasser getaucht, bei Geweben isolirt man am besten Kette und Einschuss dadurch, dass man an den Kanten des Stückes einige Fäden herauszieht, um so die beiden sich kreuzenden Fäden frei zu legen. Nachdem die Stoffe eine Minute in dem Chlorwasser verweilt haben, werden sie herausgenommen, auf einen flachen Teller gelegt und mit Ammoniak übergossen. Es treten dabei sofort charakteristische Färbungen ein. Die Jute- und Phormiumfasern nehmen eine deutlich rothe Farbe an, die rasch dunkelt und nach einer Minute in Braun übergeht; Baumwolle und Leinen nimmt, je nach der vollkommeneren oder unvollkommeneren Rottung des Flachses, eine gelbliche, orange oder bräunliche Färbung an, die nicht mit der des neuseeländischen Flachses zu verwechseln ist. Es ist selbstverständlich, dass diese Reaction nur dann eintreten kann, wenn die Fasern nicht schon vorher durch Laugen, Chlor und den Sauerstoff der Luft vollständig gebleicht worden sind, da die reine Cellulose der Fasern dieses Verhalten gegen Chlor und Ammoniak so wenig wie gegen Salpetersäure zeigt; es sind nur die der Faser noch beigemischten fremden Stoffe, denen dieses Verhalten zukommt.

Auf das verschiedene Verhalten von vegetabilischen Fasern und Seide gegen Nickeloxyd-Ammoniak haben wir schon oben hingewiesen.

5. Zubereitung der Gespinnstfasern des Leins und Hanfs.

In den Pflanzen sind, wie oben erwähnt, die Fasern durch pectinsaure Salze und eiweissartige Materie verkittet und enthalten in ihrem Innern stets Ueberreste des Protoplasma in grösserer oder geringerer Menge. Diese zu zerstören und die Fasern frei zu legen, bezweckt der Prozess des Rottens oder Röstens, dessen Ausführung als Wasser-, Thau- oder Schneerotte wohl zu bekannt ist, als dass sie hier beschrieben werden sollte. Ebenso bekannt sind die Uebelstände, von denen jenes Verfahren begleitet ist, die Verunreinigung der Wasserläufe, das Sterben der Fische, die Erfüllung der Luft mit widerwärtigstem Gestank. Ein in Amerika von SCHENK entdecktes neues Verfahren beseitigt alle diese Missstände und ist namentlich nach einigen neueren Verbesserungen geeignet, die Bereitung des Flachses und Hanfes in ganz andere Bahnen zu lenken. Es ist dies Verfahren vielfach geprüft und hat sich in Irland, im nördlichen Frankreich, in Deutschland an verschiedenen Orten bewährt. Das Wesentlichste der neuen Methode besteht in Folgendem:

Der Lein wird auf trockenem, nöthigenfalls drainirtem, in guter Düngung befindlichem Acker gebaut, zweckmässig in Reihen (gedrillt); die Ernte darf nicht zu spät vorgenommen werden, die Saamenkörner sollen noch weich sein, die Stengel unten gelb, von der Mitte an aufwärts aber noch grün. Nach dem Ausziehen werden die Pflanzen aufrecht in geneigter Lage in Reihen gegen einander gestellt, um so nachzureifen. Der Saamen bildet sich dabei völlig aus auf Kosten des noch in der Pflanze enthaltenen Saftes, die Faser erlangt grosse Festigkeit und es findet ein langsames Abtrocknen der Pflanze von unten nach oben zu statt, vorübergehende Regenschauer thun der Pflanze keinen Schaden.

Der zusammengebündelte Lein wird dann zur Bereitungsanstalt geschafft, wo man ihn entweder in Diemen oder unter Schuppen bis zur weiteren Bearbeitung aufhebt.

Die erste hier vorzunehmende Operation ist die Gewinnung des Saamens. Man fasst die Stengel mit der Hand und führt sie mit ihrem unteren Ende zwischen zwei Walzen; indem sie hindurchpassiren, werden die leicht zerbrechlichen Saamenkapseln zerdrückt, der Saamen fällt heraus und wird in einer Reinigungsmaschine von anhängenden Resten der Saamenkapseln, von Staub etc. befreit. Die zum ersten Zerdrücken dienenden Walzen sind von Gusseisen, hohl, haben einen Durchmesser von 16—20 Centimeter, sie liegen über einander, die untere wird durch ein Trieb in Umdrehung versetzt, die obere ruht frei in einem Schlitz des Lagers und wirkt also nur durch ihr Gewicht.

Nach der Beseitigung der Saamen werden die Stengel zunächst von den Wurzeln befreit. Die Bündel werden in dem Maasse, wie sie aus der ersten Maschine kommen, zwischen den Händen auf einem Tische gestaucht, um sie gerade zu richten, so werden die unteren Theile einer Art Häckselmaschine dargeboten, welche die Wurzeln abschneidet. Es erfolgt dann ein genaues Sortiren, die Bündel werden lose auf dem Tisch ausgebreitet und alle kurzen, schwachen und auch die allzu starken Stengel ausgelesen; man stellt zweckmässig drei verschiedene Sortimente dar, von denen jedes später für sich weiter verarbeitet wird.

Die Rotte wird in einem Bottich mit Seihboden ausgeführt. Die wieder zu Bündeln vereinigten Stengel werden aufrecht auf den Seihboden gestellt; nachdem der Bottich bis nahe zu seinem Rande mit Stengeln gefüllt ist, wird ein hölzernes Gitter oder Rost über dieselben gelegt, um sie in ihrer richtigen Lage zu erhalten und ein Schwimmen zu verhüten. Der ganze Bottich wird nun mit Wasser von 36° C. gefüllt, so dass alle Stengel und selbst das Gitter davon bedeckt werden. Die Temperatur des Wassers sinkt dabei auf 25°. Nach kurzer Zeit tritt Gährung ein, es entwickeln sich Gase, die Flüssigkeit nimmt einen schwachen Geruch von Schwefelwasserstoff an. Sobald man dieses bemerkt, erneuert man das Wasser, indem man den Hahn eines unter dem falschen Boden mündenden Wasserrohres öffnet. Von diesem Rohr geht ein Zweigrohr ab und mündet gerade an der Oberfläche der Flüssigkeit; letzteres hat den Zweck, den sich sammelnden Schaum einem ihm gegenüber befindlichen Abflussrohr zuzutreiben. So lässt man einen langsamen Strom lauwarmen Wassers beständig durch die Kufe hindurchströmen, dieser regulirt die Gährung und führt gleichzeitig alle löslichen und durch die Gährung löslich gewordenen Theile fort, es findet daher eine ununterbrochene Waschung und Auslaugung statt. Nach 72 bis 96 Stunden, je nachdem man weiches oder hartes Wasser anwendet, ist die Rotte beendigt, was man daran erkennt, dass beim Einknicken der Stengel sich der Bast leicht von den darunter liegenden Holztheilen trennt.

Durch ein am Boden befindliches Abflussrohr entleert man darauf die Kufe vollständig und bringt den nassen Flachs in eine aus zwei Walzenpaaren bestehende Maschine, um den Rest des Rottewassers auszupressen; nachdem er hier das erste Walzenpaar passirt hat, spült man nochmal mit Wasser ab, wodurch alle Unreinigkeiten gründlichst entfernt werden, das zweite Walzenpaar nimmt den grössten Theil des aufgesogenen Wassers fort, wodurch das folgende Trocknen sehr beschleunigt wird.

Das Trocknen geschieht bei günstiger Witterung an freier Luft, indem man die Stengel zwischen Holzleisten einklemmt und sie in einem luftigen Schuppen aufhängt; während des Winters und bei feuchter Witterung ist eine besondere Heizung und Ventilation der Trockenräume erforderlich. Nach dem Trocknen lässt man 2—3 Monate lagern und passirt das Stroh durch eine aus fünf nach und nach feiner gestellten Walzenpaaren bestehenden Brechmaschine, welche die spröde gewordene äussere Schale und den Holztheil zerbricht, die dann auf der Schwingmaschine beseitigt werden. Der Flachs braucht dann nur noch auf die Hechelmaschine zu kommen, um in marktfähige Waare verwandelt zu sein.

Dieses Verfahren lässt all jene erwähnten Uebelstände vermeiden und bietet ausserdem den grossen Vortheil, dass der Betrieb leicht zu überwachen und zu reguliren ist, wodurch die Qualität des Productes eine weit bessere wird, als dieses bei der alten Rottung möglich ist, wo durch Temperatur- und Feuchtigkeitsverhälnisse zu schwach oder zu stark gerottet wird, wo die Faser durch diese oder jene Zufälligkeiten leidet. Der allgemeineren Einführung desselben widersetzt sich nur die Gewohnheit der Tagelöhner und der sogenannten kleinen Leute, in deren Händen ja bei uns fast ausschliesslich der Flachsbau ruht. Jeder derselben glaubt, dass der von ihm bereitete Flachs der vorzüglichste sei, sie glauben ausserdem die Mussestunden des Winters nicht besser als mit dem Schwingen und Hecheln des Flachses ausfüllen zu können. Die Flachsbereitungsanstalten haben sich daher auch nur da erhalten können, wo sie entweder auf eigenen oder gepachteten Ländereien den Flachsbau betrieben, oder wo der Grossgrundbesitz sich dafür interessirte und durch Verkauf des Rohflachses das nöthige Material lieferte. Bei richtigem Betriebe gehört die Cultur des Leins zu den einträglichsten der Landwirthschaft.

Neuerdings ist der Flachsbau in Algier durch den Theilhaber eines Geschäftshauses in Lille, Herrn Scrive, eingeführt. Es werden dort jährlich 84 Hectaren mit Lein bestellt. In der Bereitungsanstalt wird die mechanische Bearbeitung durch eine Maschine von 25 Pferdekraft ausgeführt. Das Rottewasser wird durch ein Flüsschen geliefert, dessen Bett zugleich als Rottekufe dient. Die Erwärmung des Wassers wird theils durch die Sonne, theils durch die Condensation des Maschinendampfes besorgt. Der Rotteraum ist vollständig eingedämmt und mit Schleusen versehen, oberhalb desselben ist ein grösseres Reservoir zum Erwärmen des Wassers angebracht. Die Rotte vollzieht sich dann genau auf die beschriebene Weise.

Pectinsubstanzen. Gelose, Dialose, Cubilose.

1. Vorkommen der Pectinsubstanzen in den Pflanzen. 2. Pectase. 3. Eigenschaften der Pectinstoffe. 4. Pectose. 5. Pectin. 6. Parapectin. 7. Pectosinsäure. 8. Pectinsäure. 9. Parapectinsäure. 10. Metapectinsäure. 11. Pectinzucker, Pectinose. 12. Einwirkung der Wärme auf fleischige Früchte. 13. Das Reifen der Früchte. 14. Gelose. 15. Cubilose. Dialose. Apiin.

1. Vorkommen der Pectinsubstanzen in den Pflanzen.

Die Pectinkörper kommen in verschiedenen Pflanzen als Intercellularsubstanzen vor und dienen dazu, die Zellen der Parenchyme unter einander zu verkitten. Um dieses nachzuweisen, wendet man sehr dünne Scheiben der Kartoffel, Pastinakwurzel, Zuckerrüben, vom Epidermisgewebe des Cactus, nach Beseitigung der Cuticula, an, wäscht sie mit destillirtem Wasser, so lange sie noch Lösliches an dieses abgeben, digerirt sie 2—4 Wochen lang bei einer Temperatur von 15 bis 40° in zehnfach verdünnter Salzsäure und wäscht wieder in reinem Wasser vollständig aus. Das Gewebe bleibt nach dieser Behandlung vollständig intact, die einzelnen Zellen bleiben sowohl unter sich, als auch mit den Gefässbündeln, die sie umkleiden, als auch mit den Oberhautschichten verbunden. Fügt man nun zu dem Wasser etwas Ammoniak, so löst sich nach ganz kurzer Zeit die Pectinsäuse, welche durch die Behandlung mit Salzsäure aus ihrem Kalksalz, als welches sie sich meistens in den Geweben findet, abgeschieden war, und die Zellen des Parenchyms fallen bei der leisesten Bewegung auseinander, während die Epidermis und Cuticula völlig unverändert bleiben, ebenso bleiben bei den Stärkmehl führenden Zellen diese Einschlüsse völlig unverändert. Dieser Versuch beweist, dass die Pectinsubstanzen als Intercellularmassen in den Geweben auftreten.

2. Pectase.

Neben den Pectinsubstanzen findet sich in den Pflanzen ein neutraler, nicht krystallisirbarer Körper, der in seinen Eigenschaften einige Aehnlichkeit mit der Diastase hat und darnach Pectase genannt ist. Er hat die Fähigkeit, die gleich zu beschreibende Pectose in Pectin-

säure und Pectosinsäure zu verwandeln. Die Pectase kommt in löslicher und unlöslicher Form vor.

In dem Safte der Rüben, Mohrrüben und anderer Wurzeln ist die Pectase gelöst, denn dieser Saft vermag das Pectin in Pectinsäure umzuwandeln. Im Fleische unreifer Aepfel ist die Pectase dagegen ungelöst: zerreibt man dasselbe zu Brei, wäscht vollständig mit Wasser aus, um allen Saft zu entfernen, so verwandelt dieses Fruchtfleisch gleichfalls Pectin in gallertförmige Pectinsäure und Pectosinsäure.

Die lösliche Pectase wird durch Zusatz von Alkohol gefällt und unlöslich gemacht. Der gewaschene Niederschlag coagulirt Pectin, während die darüberstehende wässrige Flüssigkeit sich dann indifferent verhält. Die wässrige Lösung der Pectase zersetzt sich leicht, es bildet sich bald eine Schimmelvegetation auf derselben und damit verliert sie die Eigenschaft, auf Pectin zu wirken; ebenso verliert sie ihre Wirksamkeit durch Kochen.

3. Eigenschaften der Pectinstoffe.

Die Pectinstoffe sind, ebenso wie eine grosse Anzahl anderer organischer Verbindungen des Pflanzenreiches, nicht krystallisirbar; manche derselben, die Pectinsäure und Pectosinsäure, quellen zu Gallerten auf und halten in diesem Zustande bis zum hundertfachen und mehr ihres Gewichts Wasser zurück. Diese Quellungsfähigkeit oder die Annahme eines gallertartigen Zustandes hat zuerst die Aufmerksamkeit auf die Stoffe dieser Gruppe gelenkt, es ist aber eine Eigenschaft, die nicht den Pectinkörpern ausschliesslich eigen ist, sie findet sich auch bei einigen anderen Körpern, der Gelose und Dialose, die dadurch den Pectinstoffen ähnlich sind.

4. Pectose.

Diese Substanz hat bis jetzt noch nicht im freien Zustande dargestellt werden können; ihre Existenz leitet man ab aus dem Entstehen der übrigen Pectinstoffe: Pectin, Pectinsäure, Pectosinsäure und nimmt an, dass diese aus der Spaltung der Pectose hervorgehen.

Die Pectose kommt in gewissen Wurzeln (Mohrrüben, Steckrüben) und im Fruchtfleisch der meisten unreifen Früchte vor. Unter dem gleichzeitigen Einfluss von Säuren und Wärme verwandelt sie sich in Pectin. In der Kälte wirkt selbst concentrirte Salzsäure nicht auf die Pectose, man kann sie mehrere Tage zusammenstehen lassen, ohne dass Pectin entsteht, während ein einmaliges Aufkochen mit schwachsaurem Wasser die Umwandlung sofort herbeiführt. Die Härte der unreifen Früchte wird durch die Pectose bewirkt, die Erweichung derselben

während des Reifens oder durch Kochen ist durch die Umwandlung der Pectose in Pectin bedingt.

5. Pectin.

Diese Verbindung kommt nicht im Fleische der unreifen Früchte vor, sie entsteht aber aus der Pectose durch die Einwirkung der im Safte enthaltenen Aepfelsäure und Citronensäure, sobald man die Früchte in Wasser kocht, oder beim Kochen von Rübenbrei mit schwach saurem Wasser. Am leichtesten erhält man das Pectin aus vollständig gereiften Früchten. Saftreiche, weiche Birnen werden gerieben, der Saft wird ausgepresst und filtrirt. Den Kalkgehalt des Saftes entfernt man zuerst durch etwas Oxalsäure, das Eiweiss durch Tannin. Die geklärte Flüssigkeit wird mit Alkohol versetzt, wodurch das Pectin als klebrige, fadenziehende Masse gefällt wird, diese wird mit Alkohol gewaschen, in kaltem Wasser wieder aufgenommen, wieder mit Alkohol abgeschieden und diese Operation vier- bis fünfmal wiederholt, bis man in der Flüssigkeit nicht mehr die Gegenwart von Zucker nachweisen kann.

Ebenso kann man das Pectin leicht aus unreifen Früchten und Wurzeln darstellen. Der Brei derselben wird mit Wasser gewaschen, ausgepresst, mit soviel zehnfach verdünnter Salzsäure angerührt, als er aufnehmen kann, und damit einige Tage in der Kälte digerirt. Die abgepresste Flüssigkeit lässt auf Zusatz von Alkohol Pectin fallen.

Die Zusammensetzung des reinen Pectins entspricht der Formel $C^{32}H^{40}O^{28} . 4H^{2}O$ oder $C^{64}H^{40}O^{56} . 8HO$. Es ist farblos, nicht krystallisirbar, in Wasser löslich, durch Alkohol wird es aus concentrirten Lösungen in Form klebriger Fäden, aus verdünnten Lösungen als schleimige Gallerte gefällt. Bleizucker fällt es nur, wenn es Parapectin enthält, durch Bleiessig wird es vollständig gefällt. Die alkalischen Basen, Kalk, Magnesia verwandeln es in pectinsaure Salze, welche durch Säuren zersetzt gallertförmige Pectinsäure abscheiden. Das Pectin lenkt den polarisirten Lichtstrahl nicht ab. Säuren verwandeln es beim Erwärmen in Metapectinsäure. Durch Einwirkung der Pectase wird es zu Pectinsäure und Pectosinsäure.

6. Parapectin.

Unter Verlust seiner klebrigen Beschaffenheit verwandelt das Pectin sich beim Kochen mit Wasser in Parapectin. Die neue Verbindung ist nicht krystallisirbar, neutral, wird durch Alkohol als durchsichtige Gallerte gefällt. Es unterscheidet sich vom Pectin dadurch, dass es durch Bleizucker gefällt wird. Es kann sich mit 1 und mit 2 Atomen Bleioxyd verbinden. Das bei 100° getrocknete Parapectin hat dieselbe

Zusammensetzung wie das Pectin, bei 140° giebt es Wasser ab und entspricht dann der Formel $C^{32}H^{46}O^{31}$ oder $C^{64}H^{46}O^{62}$, es hat dann dieselbe Zusammensetzung wie in der Bleioxydverbindung. Kocht man das Parapectin mit schwachen Säuren, so verwandelt es sich in eine Säure (Parapectinsäure), welche durch Alkohol fällbar ist und mit alkalischen Basen Verbindungen eingeht, die den Verbindungen des Pectins und Parapectins isomer sind, sich aber von diesen beiden letzteren dadurch unterscheiden, dass sie durch Chlorbarium gefällt werden.

7. Pectosinsäure.

Diese Säure ist bei Gegenwart von Säuren unlöslich und in reinem kaltem Wasser sehr wenig löslich; in siedendem Wasser löst sie sich und erstarrt beim Erkalten zu einer Gallert. Kochendes Wasser verwandelt sie rasch in Pectinsäure, ebenso verhält sich in der Kälte Pectase und ein Ueberschuss alkalischer Basen.

Die Pectosinsäure bildet sich, wenn man verdünnte Lösungen von Kali, Natron, oder den kohlensauren Salzen dieser Basen, oder von kohlensaurem Ammoniak in der Kälte auf Pectin einwirken lässt; es entstehen gallertförmige pectosinsaure Salze, die bei der Zersetzung mit Säuren ebenfalls gallertförmige Pectosinsäure liefern. Sie entsteht auch bei der ersten Einwirkung der Pectase auf eine Lösung von Pectin. Die Pectosinsäure ist zweibasisch und entspricht in ihrer Zusammensetzung der Formel $C^{32}H^{46}O^{31}$ oder $C^{32}H^{21}O^{29}.2HO$.

8. Pectinsäure.

Diese Säure kommt als Kalksalz vielfach in den Pflanzen vor, sie bildet in dieser Form die Intercellularsubstanz vieler Gewebe, z. B. im Mark der Aralia papyrifera. Sie entsteht ausserdem bei der Einwirkung der löslichen oder unlöslichen Pectase auf eine wässrige Pectinlösung bei einer Temperatur von 30°.

Die in kaltem Wasser unlösliche, gallertförmige Pectinsäure löst sich kaum in siedendem Wasser. Kocht man sie anhaltend unter Ersatz des verdunstenden Wassers, so verwandelt sie sich in eine nicht mehr gallertförmige, zerfliessliche Säure, Parapectinsäure. Ein Ueberschuss von ätzenden oder kohlensauren Alkalien verwandelt die Pectinsäure in die sehr lösliche Metapectinsäure. Die pectinsauren Alkalien scheiden auf Zusatz von Säuren gallertförmige Pectinsäure ab und verwandeln sich beim Vermischen mit Chlorcalcium in eine gallertförmige Masse von pectinsaurem Kalk.

Man erhält die Pectinsäure, indem man zerriebene Mohrrüben mit

einer sehr verdünnten Lösung von kohlensaurem Kali oder Natron kocht. Die Pectinsäure wird hier durch die Einwirkung des Alkalis auf die Pectose gebildet. Die wässrige Lösung des pectinsauren Salzes wird durch Chlorcalcium gefällt, wobei sich pectinsaurer Kalk bildet, der so gut wie möglich mit Wasser gewaschen und dann mit Salzsäure zersetzt wird, um die Pectinsäure frei zu machen. Die Säure wird darauf gut ausgewaschen, um alles Chlorcalcium zu entfernen.

Es ereignet sich leicht, dass beim Kochen mit Alkalien die Pectinsäure in leicht lösliche Metapectinsäure verwandelt wird, man wird dann in diesem Falle natürlich vergeblich die Abscheidung der gallertförmigen Säure erwarten.

Besser gelingt die Darstellung der Pectinsäure, wenn man eine Mischung von 1 Theil Salzsäure und 9 Theilen Wasser einige Tage lang auf die vorher mit Wasser gewaschenen Gewebe vom Cactus einwirken lässt. Der pectinsaure Kalk der Intercellularsubstanz wird dabei zersetzt und lässt reine Pectinsäure zurück. Man kann dann leicht und ohne die Gewebe irgendwie zu zerstören, mit kaltem Wasser vollständig auswaschen und es genügt, dem Wasser 2—3 Procent Ammoniak zuzusetzen, um die Pectinsäure augenblicklich zu lösen. Man wirft darauf das Ganze auf ein Filter, filtrirt und wäscht das pectinsaure Ammoniak aus. Die Lösung des letzteren zersetzt man mit Säuren und erhält so reine Pectinsäure.

Die Pectinsäure ist zweibasisch und entspricht in ihrer Zusammensetzung der Formel $C^{32}H^{44}O^{40}$ oder $C^{32}H^{20}O^{28} . 2HO$. Sie löst sich in verschiedenen Salzen der Alkalien und kann mit diesen Doppelsalze von saurer Reaction bilden; in siedendem Wasser gelöst erstarren diese Verbindungen beim Erkalten zu Gallerten.

9. Parapectinsäure.

Diese Säure ist in Wasser löslich, nicht krystallisirbar, sie entsteht bei längerer Einwirkung von siedendem Wasser auf Pectinsäure. Ebenso verwandeln sich die löslichen und unlöslichen pectinsauren Salze bei längerem Kochen mit Wasser in parapectinsaure Salze.

Die Parapectinsäure reagirt stark sauer, die alkalischen Basen verbinden sich mit ihr zu löslichen Salzen; ein Ueberschuss von Baryt fällt sie aus wässrigen Lösungen. Sie ist zweibasisch und entspricht der Formel $C^{24}H^{34}O^{23}$ oder $C^{24}H^{15}O^{21} . 2HO$.

10. Metapectinsäure.

In Wasser leicht löslich, nicht krystallisirbar; ihre Verbindungen mit Basen sind gleichfalls löslich, bei Gegenwart von Ammoniak wird

sie durch Bleiessig gefällt. Durch einen Ueberschuss von Basen werden die Salze gelb gefärbt; die metapectinsauren Salze geben mit salpetersaurem Silber einen weissen Niederschlag, der sich beim Kochen mit Wasser tief braun färbt.

Die Metapectinsäure entsteht unter verschiedenen Verhältnissen.

1) In einer Lösung von Pectin, sie wird freiwillig, oder leichter bei Gegenwart von Pectase, nach einigen Tagen sauer und ist dann nicht mehr durch Alkohol fällbar. 2) Bei der Einwirkung concentrirter Säuren oder beim Kochen von verdünnter Salzsäure mit Pectin. 3) Pectin in Berührung mit überschüssigem Kali oder Natron verwandelt sich in metapectinsaure Salze. 4) Pectinsäure 2—3 Monate in Wasser vertheilt löst sich zu Metapectinsäure. 5) Parapectinsäure in wässriger Lösung geht rasch in Metapectinsäure über. 6) Die Pectose der Intercellularsubstanz der Früchte und Wurzelgewächse wird durch Einwirkung von Kalk in Metapectinsäure verwandelt.

Sie ist ebenfalls zweibasisch und ist nach der Formel

$$\mathrm{C^{32}H^{56}O^{36}} \text{ oder } \mathrm{C^8H^5O^7.2HO}$$

zusammengesetzt.

Die Metapectinsäure ist in neuester Zeit mit dem glücklichsten Erfolge von Scheibler studirt worden. Seine Untersuchungen werfen ein ganz neues Licht auf die Zusammensetzung dieser Säure und dürften, wenn fortgesetzt, wohl Aufklärung über den Zusammenhang der ganzen Gruppe der Pectinkörper geben.

Scheibler stellt die Metapectinsäure dar, indem er Zuckerrübenpresslinge oder Diffusionsschnitzel mit Kalkmilch auf dem Wasserbad erhitzt, das gebildete lösliche Kalksalz mit kohlensaurem Ammoniak zersetzt und die alkalisch gemachte Lösung des Ammoniaksalzes mit Bleiessig fällt. Das metapectinsaure Bleioxyd wird durch Schwefelwasserstoff zersetzt, die freie Säure vom Schwefelblei abfiltrirt und durch mit Säuren behandelte Thierkohle von einem Rest des Farbstoffes befreit.

Die so erhaltene Metapectinsäure ist eine farblose, stark sauer reagirende Flüssigkeit, welche die kohlensauren Salze zersetzt. Die Lösungen der metapectinsauren Alkalien werden durch Kalklösungen nicht gefällt, ebenso wenig durch Baryt-, Strontian- und Kupferlösungen. Die Säure besitzt, obgleich sie stark sauer reagirt, keinen sauren Geschmack, sondern schmeckt fade wie Gummi; bei stärkerer Concentration zeigt sie eine klebrige, schleimige Beschaffenheit und trocknet schliesslich zu einer farblosen, zersprungenen Masse ein. In ihren Lösungen besitzt sie ein gleiches specifisches Gewicht wie das von Zuckerlösungen derselben Concentration. Sie dreht die Ebene des polarisirten

Lichtstrahls sehr stark. Dies Drehungsvermögen ist stärker als das des Rohrzuckers, und zwar dreht 1 Theil Metapectinsäure so stark nach links, dass dadurch 1,6 Theile des rechts drehenden Rohrzuckers optisch unwirksam werden, wenn beide zusammen, wie in den Zuckersäften der Fabriken, vorkommen. In neutraler oder alkalischer Lösung der Salze ist das Drehungsvermögen dem der Säure gleich, es ändert sich jedoch sobald man die Säure mit starken organischen oder anorganischen Säuren einige Zeit lang erhitzt. Das Drehungsvermögen nimmt dabei rasch ab, erreicht Null und geht in Rechtsdrehung über, die ihr Maximum erreicht hat, wenn die Drehungsgrösse nach rechts der ursprünglichen Linksdrehung nahezu gleich ist.

Die Metapectinsäure erleidet durch die Behandlung mit Säuren eine vollständige Umwandlung, denn während die ursprüngliche Säure auf alkalische Kupferoxydlösung ohne nennenswerthe Einwirkung ist, scheidet sie nach der Behandlung mit Säuren erhebliche Quantitäten von Kupferoxydul damit ab.

Die Metapectinsäure wird bei der Behandlung mit Säuren in eine neue organische Säure und in eine neue rechtsdrehende Zuckerart, Pectinzucker, verwandelt. Es gehört daher die Metapectinsäure zu den Glucosiden.

11. Pectinzucker oder Pectinose.

Man erhält diesen Zucker, indem man die, durch längeres Erhitzen auf dem Wasserbade mit verdünnter Schwefelsäure, umgewandelte Metapectinsäure mit kohlensaurem Baryt neutralisirt, den schwefelsauren Baryt abfiltrirt und das Filtrat zu einem dünnen Syrup verdampft. Versetzt man diesen mit dem doppelten bis dreifachen Volum 90 proc. Alkohol, so fällt das Barytsalz der durch die Spaltung entstandenen neuen Säure als flockiger Niederschlag aus, während der Zucker gelöst bleibt, der dann, nach Entfernung des Alkohols durch Destillation und Eindampfen der Lösung zum Syrup, sehr bald krystallisirt.

Nach einem vereinfachten Verfahren stellt man den Zucker direct aus dem Bleisalz der Metapectinsäure dar, indem man dieses, statt durch Schwefelwasserstoff, durch verdünnte Schwefelsäure zersetzt, nach Filtration des schwefelsauren Bleioxyds noch etwas Schwefelsäure zufügt und zwei bis drei Stunden auf dem Wasserbade erwärmt, um die Spaltung der Säure herbeizuführen. Die weitere Behandlung der Flüssigkeit ist dann wie beschrieben. Die erste unreine, braun gefärbte Krystallmasse des Zuckers zerdrückt man zweckmässig in der Mutterlauge und breitet sie auf einem trockenen Ziegelstein aus, der die

Mutterlauge einsaugt. Die weitere Reinigung durch Umkrystallisiren wird durch diese Entfernung der Mutterlauge wesentlich erleichtert.

Der Pectinzucker krystallisirt in langen, farblosen, glänzenden, meist um einen Punkt strahlenförmig geordneten geraden Prismen mit zweiflächiger Zuspitzung. Die Krystalle sind leicht zerbrechlich und knirschen zwischen den Zähnen. Der Geschmack derselben ist angenehm süss, doch weniger süss als der des Rohrzuckers. In kochendem Wasser ist der Zucker in grosser Menge löslich; beim Erkalten krystallisirt der grösste Theil sogleich heraus. Er schmilzt bei schwachem Erhitzen, zersetzt sich bei stärkerer Hitze und hinterlässt schliesslich, wie alle Zuckerarten, eine schwer verbrennliche Kohle. Beim Erhitzen mit Salpetersäure wird er in Oxalsäure verwandelt, Schleimsäure konnte nicht nachgewiesen werden.

Der Zucker löst alkalische Erden zu einer schleimigen Flüssigkeit, die sich schon bei gewöhnlicher Temperatur beim Stehen nach einiger Zeit gelb färbt, beim Erhitzen zersetzt sie sich rasch und verhält sich in dieser Beziehung wie der Traubenzucker. Seine Zusammensetzung ist dieselbe wie die des Traubenzuckers $C^{12}H^{24}O^{12}$ oder $C^{12}H^{12}O^{12}$. In seinen übrigen Eigenschaften ist er vom Traubenzucker aber gänzlich verschieden.

In Berührung mit Hefe erleidet der Pectinzucker keine Gährung.

12. Einwirkung der Wärme auf fleischige Früchte.

Das im Safte der reifen Früchte in so grosser Menge vorkommende Pectin kann durch die Einwirkung der in den unreifen Früchten enthaltenen Säuren auf die gleichfalls in reichlicher Menge darin vorhandene Pectose entstehen; denn wenn man den Brei solcher unreifen Früchte mit Wasser erschöpft um alle Säuren fortzuschaffen, so entsteht beim darauffolgenden Kochen kein Pectin, es bildet sich aber, sobald man eine Säure zusetzt.

Manche Fruchtsäfte erstarren nach dem Einkochen beim Erkalten zu Gallerten; diese Gallerten können gebildet werden: 1) durch Einwirkung der Pectase auf das Pectin, wobei Pectin- und Pectosinsäure gebildet wird, 2) durch die Löslichkeit der Pectinsäure in den im Safte enthaltenen Salzen von Alkalien, 3) vielleicht durch Zersetzung der pectinsauren Salze durch freie Säuren des Saftes. Die Einwirkung der Pectase auf das Pectin beobachtet man häufig beim Vermischen der Säfte der Johannisbeeren und der Himbeeren; die der letzteren sind besonders reich an Pectase und bilden so in dem daran ärmeren Johannisbeersaft die Gallert.

Beim langsamen Erwärmen gehen mit den Früchten (Birne, Apfel,

Pflaumen vor dem Zustand der vollständigen Reife) verschiedene Veränderungen vor: die Säuren des Saftes (Apfel- und Citronensäure) verwandeln die Pectose in schleimiges Pectin, von dem ein Theil durch Pectase in Pectin- und Pectosinsäure übergeführt wird. Die Pectase würde diese Umwandlung nicht herbeiführen können, wenn sie durch rasche Erhitzung bis zum Sieden coagulirt und wirkungslos gemacht würde. Die Veränderung der Pectinstoffe erstreckt sich nicht auf die die Zellwandungen bildende Cellulose, diese bleibt völlig intact.

13. Das Reifen der Früchte.

Während des Reifens der Früchte vollziehen sich verschiedene Veränderungen mit denselben. Im reifen wie im unreifen Zustande enthalten die einzelnen Fruchtarten 75—90 Proc. Wasser; dieser Wassergehalt bleibt während des Reifens constant. Während der ersten Periode des Wachsthums, im grünen Zustande verhalten sich die Früchte ebenso wie die übrigen grünen Theile der Pflanzen, sie zersetzen Kohlensäure, bilden neue organische Substanz (Gerbstoff, Säuren, Zucker, Pectin, Gummi) und vermehren selbstthätig ihre Masse. Während der zweiten Periode, während des eigentlichen Reifens, verhalten sich die Früchte gerade umgekehrt, sie assimiliren nun nicht mehr die Kohlensäure der Luft, sie nehmen dagegen Sauerstoff auf, zerstören einen Theil ihrer organischen Substanz, bilden Kohlensäure und wandeln dabei die in ihnen enthaltenen Verbindungen auf mannigfache Weise um; der Zucker widersteht dieser Zersetzung am längsten.

14. Gelose.

Im Anfang des Jahres 1856 brachte ein französischer Reisender de Montravel, unter dem Namen Chinesisches Moos, eine aus dünnen weissen Blättern bestehende Substanz von seinen Reisen zurück, welche in China vielfach zur Bereitung von essbaren Gallerten gebraucht wird. Dieses chinesische Moos sollte nach den von ihm gemachten Angaben aus an Bäumen des südlichen Chinas und der Philippinen wachsenden Flechten bereitet werden.

Payen unterwarf dasselbe einer Untersuchung und fand darin 6 Proc. in Wasser löslicher organischer Materie, sowie eine geringe Menge, 0,7 Proc. in Alkohol Lösliches. Der grösste Theil der Masse, in Wasser unlöslich, quillt darin sehr bedeutend auf und gestaltet sich zu rechtwinkligen Prismen. Die gequollene Masse löst sich in Essigsäure unter Zurücklassung einer geringen Menge stickstoffhaltiger Materie.

Beim Erhitzen mit Wasser löst sich die gequollene Substanz,

wobei die stickstoffhaltige Materie und Spuren anderer fremder Körper zurückbleiben; diese Lösung erstarrt beim Erkalten zu einer farblosen durchsichtigen Gallert, worin auf 1 Theil fester Substanz bis 500 Theil Wasser enthalten sind. Die gallertbildende Eigenschaft dieses Chinesischen Mooses ist daher etwa zehnmal so gross als die der besten thierischen Gelatine.

Die wieder getrocknete Gallert besteht aus einem eigenthümlichen, in verdünnten Alkalien, Natron, Kali, Ammoniak, in verdünnten Säuren, Wasser, Alkohol, Aether und in Kupferoxyd-Ammoniak unlöslichen Körper. Er löst sich in einer sehr geringen Menge concentriter Schwefelsäure und Salzsäure, wird dadurch braun gefärbt, die Lösung erstarrt nach und nach zu einer festen in Wasser und Alkalien unlöslichen Masse.

Dieses Verhalten unterscheidet diesen Körper wesentlich von den Pectinsubstanzen und allen übrigen organischen Verbindungen. Er ist von PAYEN Gelose genannt.

Die Gelose hat folgende Zusammensetzung:

Kohlenstoff	42,770
Wasserstoff	5,775
Sauerstoff	51,455

Es ist bis jetzt nicht möglich gewesen irgend welche Verbindungen der Gelose darzustellen aus denen man ihre Zusammensetzung ableiten könnte. Die procentische Zusammensetzung zeigt aber, dass man es nicht mit einem Kohlenhydrat, sondern mit einem sauerstoffreichen Körper zu thun habe.

Nach neueren Berichten von CHAMPION werden die bandförmigen Streifen der Substanz dadurch dargestellt, dass man die gallertgebende Flüssigkeit in ein flaches Gefäss giesst, erstarren lässt und dann zu flachen Prismen zerschneidet, die beim Eintrocknen bedeutend schrumpfen und schliesslich die bandförmigen Massen bilden. Derselbe Reisende brachte Exemplare der Pflanze mit, aus der das Moos bereitet wird. Nach den Bestimmungen von DECAISNE ist es eine Alge Grateloupia filicina.

Die Gelose hat insofern eine allgemeinere Bedeutung, als sie mit Vortheil zur Bereitung essbarer Gallerten verwendet werden kann. Sie unterscheidet sich vortheilhaft von der gewöhnlichen Gelatine und der Hausenblase durch ihre vollständige Geruchslosigkeit und ihre Haltbarkeit.

Versuche, die Gelose aus Flechten verschiedener Art darzustellen, blieben ohne Erfolg. Es ist PAYEN jedoch geglückt, sie in zwei Mee-

resalgen in grösserer Menge nachzuweisen, nämlich in Gelidium corneum L. von Java und in Plocaria lichenoides von Mauritius.

Das Gelidium corneum wurde nach einander mit kalter verdünnter Salzsäure (2 Proc.), Wasser, Ammoniak behandelt, wieder gewaschen und verlor so 53 Proc. seines Gewichts verschiedener Salze und organischer Stoffe. Der Rückstand mit Wasser gekocht liess alle Gewebe unverändert erscheinen und gab eine Flüssigkeit, welche beim Erstarren zu einer farblosen durchsichtigen Gallerte erstarrte, deren Identität mit der Gelose constatirt wurde.

15. Cubilose, Dialose, Apiin.

Zu den im hohen Grade quellbaren Substanzen, und dadurch den vorhergehenden ähnlich, gehören die drei Körper Cubilose, Dialose und Apiin. Der erstere, die Cubilose ist der wesentliche Bestandtheil der ostindischen Vogelnester. Ueber die Abstammung derselben sind sehr verschiedene Meinungen ausgesprochen worden, die Einen halten sie für ein Product vegetabilischen, die Anderen für ein Product animalischen Ursprungs. Nach den neuesten Untersuchungen PAYEN's scheint sie eine Art Schleim zu sein, welchen gewisse Vögel während der Zeit der Begattung absondern*.

Die Dialose ist von PAYEN in Dialium-Früchten, deren man sich in China statt der Seife zum Waschen bedient, aufgefunden. Apiin ist ein gallertartiger Körper, der beim Auskochen der Petersilie (Apium petroselinum) erhalten wird und von BRACOUNOT entdeckt ist; seine Zusammensetzung soll der Formel $C^{24}H^{14}O^{13}$ entsprechen.

---

* Die Ausbeute an Vogelnestern und der Export derselben von den ostindischen Inseln wird jährlich auf 242400 englische Pfunde geschätzt Der Werth derselben beträgt je nach der Qualität 300, 200—140 fr. pro Kilogramm; besonders schöne Nester werden mit 800 fr. pro Kilogramm oder 6 fr. 40 c. pro Nest bezahlt.

Holz.

1. Zusammensetzung und Eigenschaften der verschiedenen Holzarten.

Das Gewebe der verschiedenen in den Künsten und Gewerben verwendeten Holzarten besteht aus Cellulose, die mehr oder weniger von incrustirenden Materien, Lignin und ähnlichen Stoffen durchdrungen ist und in welche verschiedene andere stickstoffhaltige und stickstofffreie Stoffe, Fette, Oele, Farbstoffe und mineralische Stoffe ein- und angelagert sind.

Die die Zellmembranen der Gewebe durchdringende incrustirende Materie ist hart und brüchig; ihre Menge wechselt in den einzelnen Holzarten; sie ist im Kernholz reichlicher vertreten als im Splint; sie kommt reichlicher in den harten und schweren, als in den weichen und leichten Holzarten vor. Sie ist reicher an Kohlenstoff als die Cellulose; die Gegenwart der incrustirenden Materie bedingt, wie wir oben gesehen haben, den grösseren Kohlenstoff- und Wasserstoffgehalt der Holzarten gegen den der Cellulose. Die Substanz der incrustirenden Materie haben wir oben unter dem Namen Lignin zusammengefasst, es ist aber das Lignin, nach PAYEN's Untersuchungen, nicht ein einfacher Körper, sondern es besteht aus einem Gemisch verschiedener Stoffe, welche die Cellulose in wechselndem Verhältniss, je nach der Holzart und der grösseren oder geringeren Wachsthumsgeschwindigkeit der Holzarten durchdringen.

Die incrustirende Materie ertheilt dem Holze, je nach der Menge ihres Vorkommens, eine grössere Dichtigkeit, ein höheres specifisches Gewicht, grössere Härte, grosse Politurfähigkeit. Bei der Verwendung des Holzes als Brennmaterial erhöht die incrustirende Materie durch ihren beträchtlichen Wasserstoffgehalt den Heizwerth, weil der überschüssige Wasserstoff zu seiner Verbrennung dreimal so viel Sauerstoff bedarf und dreimal so viel Wärme bildet als ein gleiches Gewicht

Kohlenstoff. Je reicher die Holzarten an incrustirender Materie sind, um so viel mehr Essigsäure liefern sie bei der trockenen Destillation. So erhielt Payen, stets unter möglichst gleichen Verhältnissen arbeitend, aus

100	Eichenholz	4,0 Proc.,
100	Pappelholz	3,6 „
100	Baumwolle	2,7 „
100	Stärkemehl	2,3 „

reine Essigsäure *.

Bei der Beurtheilung des specifischen Gewichtes der einzelnen Holzarten hat man wesentlich zwischen dem wirklichen und dem scheinbaren specifischen Gewicht zu unterscheiden. Im trockenen Zustande sind sämmtliche Gewebe des Holzes von Luft durchdrungen, die Innenräume der Zellen sind mit Luft erfüllt. Wenn man daher ein gegebenes Volumen Holz in der Luft oder auch in Wasser wiegt, ohne in letzterem Falle für völlige Austreibung der eingeschlossenen Luft Sorge zu tragen, so erhält man entweder scheinbare oder unrichtige specifische Gewichte. Schon Rumford erkannte, dass das wirkliche specifische Gewicht der einzelnen Holzarten stets schwerer als das des Wassers sei und dass es verhältnissmässig wenig, bei den einzelnen Holzarten nur zwischen 1,462 und 1,534 schwanke. Für die Verwendungen im gewöhnlichen Leben hat jedoch die Kenntniss des wirklichen specifischen Gewichtes wenig Interesse, weit wichtiger ist das scheinbare specifische Gewicht oder das Gewicht eines bestimmten Volumens trockenen Holzes in der Luft gewogen. Hierüber lassen sich jedoch nur allgemeine, annähernde Angaben machen, da dieselbe Holzart je nach den Culturverhältnissen, je nach der Beschaffenheit des Bodens, des Climas etc. etc. grössere oder geringere Dichtigkeit haben kann. Es seien desshalb von der grossen Anzahl der vorliegenden Bestimmungen nur einige wenige hier angeführt, welche die specifischen Gewichte der lufttrockenen Holzarten darstellen:

Ebenholz		1,300—1,400
60jährige Eiche, Kernholz		1,170
Nussbaum (Kern)		1,000
Polisander		0,800
Eiche (Quercus pedunculata)	Kern	0,850—0,800
	Splint	0,700—0,640

* 100 Theile Holz mit einem Wassergehalt von 25 Proc. liefern bei der trockenen Destillation durchschnittlich 28 Kohle, 33 Holzessig und Theer, 39 Th. gasförmige Producte. Die höchste Ausbeute an reiner Essigsäure beträgt 5 Proc. vom Gewicht des Holzes, die technische Ausbeute übersteigt aber selten 3 Proc.

Eichenholz aus den Landes { Kern . .	0,790
{ Splint .	0,600
Akazienholz	0,700—0,720
Buche und Lerche	0,750—0,800
Hainbuche	0,720—0,750
Kiefer	0,600—0,650
Tanne	0,490—0,495
Weide	0,492
Pappel	0,400—0,550
Paulownia	0,380.

Es wiegt daher ein Kubikcentimeter trockenes Holz der 60jährigen Eiche 1,170 Gramm, 1 Kubikdecimeter 1,170 Kilogramm, 1 Kubikmeter 1170 Kilogramme.

Zusammensetzung des Holzes. Das Stammholz hinterlässt beim Verbrennen 0,5—0,9 Proc. seines Gewichts an Asche; weit reicher an Asche ist aber die Rinde und auch die Zweige; für diese kann man durchschnittlich einen Aschengehalt von 2,5 bis 3,0 Proc. annehmen. Der Stickstoffgehalt des Stammholzes übersteigt selten 0,5 bis 1 Proc. Der Kohlenstoff-, Wasserstoff- und Sauerstoffgehalt einiger Holzarten, nach Abzug des Aschen- und Stickstoffgehaltes, ist in folgender Tabelle zusammengestellt und mit dem der reinen Cellulose verglichen. Die vierte Spalte der Tabelle enthält den Ueberschuss an Wasserstoff, d. h. die Menge Wasserstoff, welche sich als Differenz ergiebt, wenn man die Gesammtmenge des vorhandenen Sauerstoffs als mit Wasserstoff zu Wasser sich vereinigt denkt. Die letzte Spalte der Tabelle umfasst die Kohlenstoffaequivalente des Holzes, sie sind berechnet unter der Voraussetzung, dass der Ueberschuss des Wasserstoffs einen dreimal so hohen Heizwerth habe als ein ihm gleiches Quantum Kohlenstoff, sie ergeben sich also, wenn man den Ueberschuss an Wasserstoff mit 3 multiplicirt und den Werth zu dem gefundenen Werth für den Kohlenstoff addirt.

	Kohlenstoff:	Wasserstoff:	Sauerstoff:	Ueberschuss an Wasserstoff:	Kohlenstoff-Aequivalent:
St. Lucienholz (Prunus mahaleb) . . .	52,30	6,07	41,03	0,950	55,15
Ebenholz	52,87	6,00	41,15	0,886	55,43
Tannenholz	51,79	6,28	41,93	1,038	54,90
Eichenholz	50,00	6,20	43,80	0,630	51,89
Buchenholz	49,25	6,40	44,65	0,720	51,41
Pappelholz	48,00	6,00	46,00	0,025	48,75
Cellulose	44,44	6,17	49,39	0,000	44,44

Lässt man auf Holz nach einander verschiedene Lösungsmittel, verdünnte Salzsäure, verdünntes und concentrirtes Ammoniak, Alkohol, Schwefelkohlenstoff, concentrirte Essigsäure, Kupferoxydammoniak einwirken, so kann man damit eine Reihe verschiedener Stoffe ausziehen, deren Natur und Eigenschaften noch wenig bekannt sind; mit der Cellulose lösen sich zugleich in dem SCHWEITZER'schen Reagens eine Reihe von Verbindungen, die beim Neutralisiren mit Säure nicht gefällt werden, und es verbleibt nach Anwendung all dieser Lösungsmittel schliesslich ein Rückstand, der allen widersteht.

Die Resultate einiger solcher Untersuchungen verschiedener Holzarten sind in folgender Tabelle enthalten, woraus hervorgeht, dass die einzelnen Bestandtheile in sehr verschiedenen Mengen in den verschiedenen Hölzern sich vorfinden.

	Eiche:		Zürgelbaum, Celtis australis	Weide
	Kern	Splint		
Wasser bei 100° entweichend .	9,87	9,80	10,60	9,26
Wasser chemisch gebunden . .	10,60	4,29	7,85	4,39
Löslich in:				
Salzsäure 1 Proc.	4,55	5,53	4,75	5,71
Ammoniak 5 Proc.	5,20	5,20	5,84	6,32
Ammoniak, gesättigte Lösung .	8,72	6,00	6,38	6,22
Alkohol	0,50	0,45	1,76	0,35
Schwefelkohlenstoff	0,65	0,38	0,95	0,07
Essigsäure, krystallisirbar . .	3,90	3,28	2,67	3,68
Kupferoxyd-Ammoniak . . .	25,52	37,00	36,65	34,80
Unlöslich	23,15	28,00	14,15	22,50
Durch Kupferoxyd-Ammoniak gelöst, nicht wieder fällbar und Verlust	7,34	7,98	5,70	8,40
	100	100	100	100.

In dem unlöslichen Theile verbleibt ein Theil der Cellulose, incrustirende Materie und verschiedene sonstige Stoffe, von denen die meisten in heissem Kali löslich sind. Es ist daher das Holzgewebe durchaus fern davon, aus einfacher organischer Substanz zu bestehen, es enthält vielmehr eine ganze Reihe verschiedener Stoffe.

In der incrustirenden Materie hat PAYEN nach ihren Löslichkeitsverhältnissen vier einzelne Körper unterschieden und dieselben mit den

Namen, Lignose, Lignon, Lignin, Lignireose belegt. Dieselben verhalten sich folgendermassen:

	Unlöslich in				Löslich in			
Lignose . . .	Wasser	Alkohol	Aether	Ammoniak	Kali	Natron	—	—
Lignon	Wasser	Alkohol	Aether	—	Kali	Natron	Ammoniak	—
Lignin	Wasser	—	Aether	—	Kali	Natron	Ammoniak	Alkohol
Lignireose . .	Wasser	—	- -	—	Kali	Natron	Ammoniak	Alkohol und Aether
Cellulose . . .	Wasser	Alkohol	Aether	Ammoniak	—	—	—	—

Von diesen fünf Stoffen ist bis jetzt allein die Cellulose rein dargestellt, über die Natur und Eigenschaften der übrigen ist mit Ausnahme einiger Elementaranalysen so gut wie nichts bekannt; aber auch die Kenntniss der letzteren hat gar keine Bedeutung, da die analysirten Körper Gemenge von allem Möglichen sein können.

Bei solchen Untersuchungen fand Payen gewaschenes Buchenholz bestehend aus:

Cellulose	40	Proc.
Incrustirender Materie	60	„

In der incrustirenden Materie:

Lignose	25,2	Proc.
Lignon	10,8	„
Lignin	21,6	„
Lignireose	2,4	„
	60.	

Die procentische Zusammensetzung der Gemengtheile war:

	Kohlenstoff:	Wasserstoff:	Sauerstoff:
Holz	50,00	6,19	43,81
Cellulose	44,44	6,18	40,38
Incrustirende Materie .	54,73	6,20	40,06
Lignose	56,10	6,09	47,81
Lignon	50,10	5,93	44,08
Lignin	62,25	5,93	31,82
Lignireose	67,91	6,89	25,20

Es wäre gewiss ein sehr verdienstvolles Unternehmen, wenn die Untersuchungen dieser näheren Bestandtheile der Holzarten von Neuem aufgenommen und zu einem bestimmten Abschluss gebracht würden, denn vorläufig sind diese Angaben Payen's weiter nichts als Einführungen neuer Namen, durch welche die Kenntniss dieser Stoffe nicht erweitert wird.

2. Verwendungen des Holzes.

Die Verwendungen der einzelnen Holzarten haben sich nach den speciellen Eigenschaften der Hölzer zu richten. Den Eigenschaften nach kann man dieselben in fünf verschiedene Gruppen theilen: 1) weisses, weiches Holz; 2) schweres und hartes Holz; 3) mittelschweres, Werkholz; 4) gefärbtes Holz; 5) harziges und wohlriechendes Holz.

Das Pappelholz, eines der leichtesten sämmtlicher Holzarten, wird, zu Brettern geschnitten, hauptsächlich zur Anfertigung von Kisten, Fässern u. dergl. verwandt, bei denen es darauf ankommt, das Gewicht der darin verpackten Gegenstände möglichst wenig zu erhöhen. Manche Fabrikanten verfertigen daraus die Schächtelchen zur Verpackung der Streichzündhölzer. Das zu Fasern geschliffene Pappelholz wird ausserdem als Zusatz zum Hadernbrei in der Papierfabrikation (s. u.) benutzt. Als Brennholz zählt das Pappelholz zu den schlechtesten, bei gleichem Volum entwickelt es weit weniger Wärme als alle übrigen Holzarten. Das Birkenholz ist als Brennmaterial schon weit werthvoller, es hat ein weit dichteres Gewebe, in den Epidermisschichten der Rinde enthält es eine weisse, harzartige Materie, die die Rinde erhält, das Holz beschützt und als ein Harz eine sehr grosse Heizkraft besitzt. Die Epidermisschichten der Birkenrinde werden zur Anfertigung von Schachteln, Schnupftabaksdosen verwandt, sie widerstehen der Reibung und der Einwirkung von Feuchtigkeit weit besser als dergleichen aus Pappe angefertigte Gegenstände. In Canada baut man Barken und Kähne aus Birkenrinden. Ausserdem liefert die Birkenrinde bei der trockenen Destillation das Birkentheeröl, dem die russischen Juchtenleder ihren eigenthümlichen angenehmen Geruch verdanken. Die leichten Holzarten, Pappel, Erlen, Weiden, Faulbaum, Linde liefern nach der Verkohlung die Kohle für die Schiesspulverfabriken. Pappel- und Tannenholz wird in neuester Zeit zur Fabrikation von Spiritus und Papier benutzt.

Die harten Hölzer, welche theils zur Heizung, theils zu mannigfachen gewerblichen Zwecken verwandt werden, sind sehr zahlreich, von den einheimischen nennen wir: Eiche, Buche, Hainbuche, Ulme, Esche, Wallnuss, Kastanie, Akazie. Das Holz der letzteren ist sehr geschätzt, es zeichnet sich durch grösste Härte und Zähigkeit aus, dadurch bedingt, dass die Zellen des Holzgewebes sehr dicht aneinander gelagert sind, die Zellmembranen sind wenig mit incrustirender Materie durchdrungen. Bei dem raschen Wachsthum des Baumes ist das Holz verhältnissmässig billig zu gewinnen, wenigstens billiger wie das der übrigen harten Holzarten. Beim Akazienholz ist der Splint wenig dick und lässt die Masse des Kernholzes beträchtlich überwiegen. Man

verwendet das Akazienholz mit Vortheil wegen seiner Festigkeit und Widerstandsfähigkeit zur Construction von Maschinentheilen, so z. B. zur Anfertigung der Zähne in den Rädern mancher Mühlwerke, bei Spinnereimaschinen, zu Radspeichen und vielen anderen Zwecken. Besonders geeignet hat sich das Akazienholz erwiesen zur Verzimmerung der Gänge und Stollen in Bergwerken; es hat zwei- bis dreimal so lange als Eichenholz und vier- bis sechsmal so lange als andere Holzarten gehalten.

Es dürfte überflüssig sein, hier weiter alle die unzähligen Verwendungen der einzelnen Holzarten aufzuzählen, die ja aus dem täglichen Leben bekannt genug sind.

8. Conservirung des Holzes.

Die Conservirung des Holzes gehört unstreitig zu den wichtigsten Aufgaben der technischen Chemie. Durch die mächtige Entwicklung der Industrie, durch die massenhafte Anlage von Eisenbahnen steigt der Verbrauch an Holz von Jahr zu Jahr, während die Production nicht zunimmt, sondern in manchen Ländern durch zahlreiche Entwaldungen im Abnehmen begriffen ist *. Es ist daher in technischer wie in nationalökonomischer Beziehung ein ausserordentlich grosser Vortheil, wenn es gelingt, durch zweckmässige Verfahren dem Holze eine grössere Dauerhaftigkeit, grössere Widerstandsfähigkeit gegen Fäulniss und Verwesung zu geben. Im Eisenbahnbau konnte früher nur das Eichenkernholz zur Construction der Schwellen benutzt werden, weil nur dieses die nöthige Dauerhaftigkeit hat; durch künstliche Härtung kann man gegenwärtig auch manche andere Holzarten für denselben Zweck verwenden.

Ehe wir die verschiedenen Methoden der Conservirung beschreiben, wollen wir kurz die Ursachen betrachten, welche die Zerstörung des Holzes bedingen.

Der Vorgang, durch welchen die Zerstörung des Holzes in den

---

* Die dem Staate und Privaten gehörigen Waldungen bedeckten im Jahre 1791 in Frankreich eine Fläche von 9,509000 Hectaren, bis 1851 betrug der Wald nur noch 8,860000 Hectare, also in 60 Jahren eine Abnahme von 649000 Hectaren. Der Waldbestand vertheilte sich 1851 folgendermassen:

5,759000 Hectare im Besitz von Privaten,
1,875000 » Gemeindewaldungen,
1,226000 » Staatswaldungen.

In neuerer Zeit hat man angefangen, durch Wiederbewaldung der abgetriebenen Strecken den Verlust an Wald zu ersetzen, namentlich in den Landes und der Gascogne sind grosse wüst liegende Ländereien mit Nutzholz bepflanzt.

meisten Fällen herbeigeführt wird, ist der der **Fäulniss** oder **Verwesung**.

Der Fäulniss- und Verwesungsprocess wird ganz vorzugsweise eingeleitet und hervorgerufen durch die Gegenwart der in keinem Holze fehlenden stickstoffhaltigen Materien, die unter dem Einfluss von Feuchtigkeit und Sauerstoff sich zersetzen und diese Zersetzung auch auf die weniger leicht zersetzbaren stickstofffreien Stoffe, die Cellulose etc. übertragen. Diese stickstoffhaltigen Bestandtheile ermöglichen ausserdem die Ernährung von Pilzen aller Art, die dann durch ihr weiteres Eindringen die Zerstörung vollenden; ja es ist nicht unwahrscheinlich, dass der ganze Verwesungsprozess auf die Lebensthätigkeit solcher Pilze zurückzuführen ist. Ferner liefert die stickstoffhaltige Materie des Holzes den verschiedensten Insekten Nahrung, die, so unscheinbar das einzelne Exemplar auch ist, doch durch ihr massenhaftes Auftreten die grössten Verwüstungen hervorbringen können. Durch diese Ursache ist z. B. ein ganz neues Linienschiff, le Miani, auf der Werft von Bombay zu Grunde gegangen; es hatten sich Myriaden von Termiten darin angesiedelt, sie hatten das ganze innere Holzwerk förmlich gepulvert und so den Verlust des Schiffes bewirkt.

Die wesentlichste Ursache des Verderbens des Holzes beruht daher auf der Gegenwart der stickstoffhaltigen Materien. Je reicher das Holz an diesen Stoffen ist, um so vergänglicher wird dasselbe sein. Man sollte daher solches Holz, für welches man grosse Dauerhaftigkeit beansprucht, immer nur im Spätherbst und Winter, niemals aber im Frühjahr, wo es vom aufsteigenden Safte erfüllt ist, fällen.

Wenn nun die stickstoffhaltigen Materien es sind, welche durch ihre Zersetzung das Verderben des Holzes herbeiführen, so wird man die Erhaltung des Holzes am wirksamsten dadurch erreichen, dass man auf irgend eine Weise die stickstoffhaltigen Stoffe weniger zersetzbar macht.

Wir kennen eine Reihe der verschiedensten Stoffe, von denen wir wissen, dass sie die Erhaltung der stickstoffhaltigen Stoffe des Thier- und Pflanzenreiches bewirken können, wie z. B. der Gerbstoff, concentrirte Zuckerlösungen, fette und flüchtige Oele, Theer, Harze, Kreosot, arsenige Säure, Holzessig, Kalk, Kochsalz, Kupfervitriol, Zinkvitriol, Eisenvitriol, Eisen in Holzessig gelöst, Quecksilbersublimat. Den Gerbstoff hat man seit alter Zeit zur Erhaltung der stickstoffhaltigen Materie der Häute beim Gerben des Leders, Harze und Oele zum Balsamiren von Leichen, zum Tränken von Holz, Kreosot zum Schnellräuchern des Fleisches, der Würste, Salz zum Pöckeln des Fleisches verwendet; die Durchdringung mit Salz hat in den Steinsalz-

werken von Hallein Hölzer bis jetzt conservirt, deren Einbringung vor die christliche Aera fällt; Quecksilberchlorid in alkoholischer oder wässriger Lösung dient zur Erhaltung thierischer Cadaver und botanischer Herbarien. Es ergiebt sich daher, dass alle solche Stoffe, welche geeignet sind thierische Producte zu conserviren, auch dazu dienen können pflanzliche zu erhalten.

Die einzige Schwierigkeit, welche sich der Erhaltung des Holzes entgegenstellt, beruht darin, dass es nicht leicht gelingt, die Lösungen der fäulnisswidrigen, antiseptischen Stoffe in die einzelnen Zellen, Gewebe und Gefässe des Holzes hineinzubringen, da eine Wirkung nur dann zu erwarten ist, wenn die schützenden Stoffe wirklich mit den zu schützenden Materien in unmittelbarer Berührung sind. Man hat auf verschiedene Weise, mit mehr oder weniger günstigem Erfolge, versucht diese Schwierigkeiten zu überwinden.

Ausser den Conservirungsmethoden, welche auf die Durchtränkung des Holzes mit antiseptischen Mitteln begründet sind und welche darnach als die Imbibitions- oder Imprägnirungsmethoden bezeichnet sind, kann man das Holz durch verschiedene andere Verfahrungsweisen in höherem oder geringerem Grade vor der Fäulniss bewahren: durch oberflächliche Verkohlung, durch Dörren, durch Räuchern.

Imprägnirungsmethoden.

Einer der ältesten Versuche zur Conservirung des Holzes ist der im Jahre 1813 von Champy ausgeführte. Es handelte sich darum, die innere Holzverkleidung eines sehr feuchten Pulvermagazins, dessen Wände mit Blei belegt werden sollten, fäulnissunfähig zu machen. Das Holz wurde zu dem Behufe 4 Stunden lang bei einer Temperatur von 120—130° in einem Talgbade gesotten. Das im Holz enthaltene Wasser wurde vollständig dadurch in Dampf verwandelt, ausgetrieben, das geschmolzene Fett drang statt dessen ein. Das Holz nahm ungefähr den fünften Theil seines Gewichtes an Fett auf und erhielt sich vollständig.

Manche Flüssigkeiten, deren Siedpunkt höher ist als der des Wassers, können auf dieselbe Weise zum Imprägniren des Holzes verwendet werden, z. B. Oel, geschmolzene Harze, Theer. Diese fäulnisswidrigen Mittel dringen bei solcher Behandlung leicht in die weicheren Hölzer, wie Tannen, Fichten, Pappel, ja selbst auch in dichtere, wie die verschiedenen Buchen, ein. Payen konnte, indem er die Temperatur der Bäder bis auf 180° steigerte, weiche Hölzer in so hohem Maasse widerstandsfähig machen, dass sie sich zu Constructionen in chemischen Fabriken, wo sie nicht allein dem Einfluss der Luft und Feuchtigkeit,

sondern auch sauren Dämpfen und Gasen ausgesetzt waren, verwenden liessen und es erwies sich, dass diese Hölzer weniger litten, als selbst die dauerhaftesten anderen Holzarten. Das so mit Harz behandelte Pappelholz enthielt 60 Proc. seines Gewichtes oder 70 Proc. seines Volumens an Harz.

Bei dem sogenannten Imbibitionsverfahren lässt man die Hölzer einfach eine Zeit lang in der antiseptischen Flüssigkeit schwimmen. Diese Methode gewährt jedoch sehr unvollkommene Resultate, da die Flüssigkeit wegen des Luftgehaltes der Gewebe nur bis zu geringen Tiefen eindringt. Einen besseren Erfolg erzielt man, wenn man die Hölzer aufrecht stehend ganz in die Flüssigkeit eintaucht; theils durch den äusseren Druck, theils durch die Capillarkraft der Hohlräume der Gewebe wird dann die Flüssigkeit in die Poren hineingetrieben und verdrängt die Luft, die am oberen Ende der Gefässe entweicht.

Kyan, nach welchem das Imbibitionsverfahren als Kyanisirung benannt ist, wandte eine Sublimatlösung von 1 Proc. an und beförderte das Eindringen der Lösung dadurch, dass er die Stämme zu Brettern zerschneiden liess, die, nachdem sie 14 Tage in der Flüssigkeit gelegen hatten, durch Bolzen und Riegel wieder zu Balken verbunden wurden.

Bréant construirte einen Apparat, mit welchem er das in den Flüssigkeiten untergetauchte Holz einem Druck von 10 Atmosphären aussetzte; die Luft wurde dadurch bedeutend in ihrem Raum verringert und liess so die Flüssigkeit eindringen. Sein Verfahren wurde noch wirksamer, als er zuerst in seinem Apparat einen luftverdünnten Raum herstellte, die im Gewebe enthaltene Luft entwich dabei zum Theil, zum Theil wurde sie sehr bedeutend verdünnt und es konnte dann die Flüssigkeit unter dem Drucke von 10 Atmosphären leicht in alle Räume eingetrieben werden.

Die Idee Bréant's wurde zuerst von Bethel technisch verwerthet. Er construirte einen Cylinder von Eisenblech von 1,65 Meter Durchmesser und 10—20 Meter Länge, am einen Ende wie ein gewöhnlicher Dampfkessel durch eine halbkugelige Wölbung geschlossen, das andere Ende durch einen ähnlichen halbkugeligen Deckel zu öffnen und mittelst Bolzen luftdicht zu verschliessen. Der auf festen Lagern horizontal ruhende Kessel nimmt das zu imprägnirende Holz auf, indem dieses auf kleine Eisenbahnwagen auf im Innern des Cylinders liegenden Schienen eingefahren wird. Nachdem je nach der Länge der Holzstücke 2, 3 oder 6 Wagen eingeschoben sind, wird der Cylinder vorn geschlossen und Dampf eingeleitet. Dieser treibt die Luft durch einen besondern Hahn hinaus. Nach einiger Zeit schliesst man zuerst den

Hahn, durch welchen die Luft abgeblasen ist, dann den Dampfhahn und kühlt den Cylinder, indem man von aussen kaltes Wasser auf denselben fliessen lässt. Durch die Verdichtung des Dampfes bildet sich ein luftverdünnter Raum, der das Entweichen der Luft aus den Geweben erleichtert. Nach einiger Zeit öffnet man dann einen Hahn, durch welchen die antiseptische Flüssigkeit in den Cylinder gesogen wird, alsdann wird eine Druckpumpe in Bewegung gesetzt, welche den Cylinder vollständig mit der Flüssigkeit füllt und so lange in Thätigkeit erhalten wird, bis ein Manometer einen Druck von 10 Atmosphären anzeigt. Nach 6—12 Stunden, je nach der Holzart, ist die Durchdringung vollständig, häufig bis zum innersten Kern des Holzes. Man lässt dann die Flüssigkeit ab, holt die Wagen mit dem Holze aus dem Cylinder und kann ihn zum zweitenmale beschicken.

Die Cylinder fassen, je nachdem sie 10 oder 20 Meter lang sind, bei jeder Füllung 300 oder 600 Eisenbahnschwellen von 2,5 M. Länge, 26—30 Centimeter Breite und 13—15 Centimeter Dicke.

Als antiseptische Flüssigkeit verwendet Bethel die flüchtigen Kohlenwasserstoffe, von denen man etwa 25 Proc. bei der Destillation des Steinkohlentheers als ersten Theil des Destillates erhält. Dieses flüchtige Theeröl, fälschlich als Kreosot bezeichnet, eignet sich sehr wohl zum Imprägniren von Eisenbahnschwellen, zur Conservirung anderer Hölzer ist es jedoch wegen seines penetranten Geruchs und weil es die Feuergefährlichkeit zu sehr erhöhet, nicht zu verwenden; ausserdem finden diese Theeröle gegenwärtig so mannigfache andere Verwendungen, dass sie entweder nicht mehr in genügenden Mengen oder doch nur zu allzu hohen Preisen im Handel zu haben sein würden.

Bei dem Verfahren von Moll wird das Holz in einem geschlossenen Raume zunächst Wasserdämpfen ausgesetzt um die Luft daraus zu verdrängen, alsdann werden Kreosotdämpfe zugelassen, welche in das Holz eindringen und sich bei der Abkühlung darin verdichten und so gegen Fäulniss und Insectenfrass Schutz gewähren.

Das von Bethel modificirte Injectionsverfahren von Bréant ist später von Legé und Fleury-Pironnet dahin abgeändert worden, dass sie als conservirendes Material den Kupfervitriol verwenden. Bei dem Gebrauch des Kupfersalzes mussten alle Eisentheile des früheren Apparates beseitigt werden, weil diese in Berührung mit Kupfersalzen zerstört werden und weil dadurch die Injectionsflüssigkeit eisenhaltig werden würde; es ist durch Untersuchungen constatirt, dass eisenhaltige Flüssigkeiten nicht zur Erhaltung des Holzes dienen können.

Der Cylinder, in welchem die Injection ausgeführt wird, besteht

aus starken, durch die zum Imprägniren zu verwendenden Flüssigkeiten nicht angreifbaren Kupferblechen, stark genug um einem Druck von 12—15 Atmosphären widerstehen zu können. Der Dampf dient nicht, wie bei dem alten Verfahren, dazu, um einen luftverdünnten Raum herzustellen, sondern soll das Holz erwärmen, die Poren desselben erweitern, darin vorhandene Fermente tödten; zu diesem Behufe lässt man ihn 20—60 Minuten, je nach der Grösse des Holzes bis zu 2 Stunden einwirken. Die Kupferlösung wird, ehe sie in den Apparat kommt, bis auf 70° erwärmt. Die Anwendung der warmen Flüssigkeit bietet den Vortheil, dass dadurch die Verdichtung des im Cylinder und in den Poren des Holzes enthaltenen Dampfes vermieden wird, ferner dass der Wiederverengung der durch den Dampf erweiterten Poren vorgebeugt werde, so dass die durch die längere Einwirkung des Dampfes erreichte Durchdringbarkeit erhalten bleibt. Der Ueberschuss des Dampfes, nachdem er in dem Cylinder die Aufschliessung des Holzes bewirkt hat, dient dazu, die Kupferlösung zu erwärmen, indem er ein in dieser liegendes Schlangenrohr passirt; das Condensationswasser fliesst zur Kupferlösung oder dient zur Speisung des Dampfkessels. Die Luftverdünnung im Cylinder geschieht durch einen besonderen Condensator, in welchem die Dämpfe verdichtet werden; auf diese Weise erlangt man es, nicht allein den Dampf, sondern auch den bei weitem grössten Theil der Luft und die nicht condensirbaren Gase fortzuschaffen, ohne dass eine wesentliche Abkühlung des Holzes einträte, so dass einer Verdichtung des Dampfes in den Poren des Holzes vorgebeugt wird. Der luftverdünnte Raum wird durch Luftpumpen erhalten, welche fortwährend das Condensationswasser fortführen und so arbeiten, dass ein mit dem Cylinder verbundener Barometer nur noch einen Quecksilberstand von 5—10 Centimeter zeigt. Endlich wird die Imprägnirungsflüssigkeit wieder durch besondere Pumpen zugeführt und durch diese, je nach Art und Stärke des Holzes bis auf einen Druck von 12—15 Atmosphären gebracht.

Das Verfahren ist gegenwärtig so weit vervollkommnet, dass man mit jedem Apparate täglich 10—12 Operationen vornehmen kann; es wird im grössten Maassstabe zur Imprägnirung der Schwellen der Paris-Lyon-Mittelmeerbahn angewandt.

Der ganze Apparat dieser Anstalt besteht aus

1) Zwei grossen kupfernen Cylindern zur Aufnahme des zu imprägnirenden Holzes, am einen Ende mit beweglichen Deckeln versehen. Jeder Cylinder ist mit Sicherheitsventilen, Wasserstandsröhren, Manometer für Druck und Vacuum, den nöthigen Hähnen und Verbindungsröhren versehen.

2) Zehn flachen Eisenbahnwagen mit Rädern und Achsen von

Bronze, von denen vier zu je zweien mit Holz beladen in die Cylinder geschoben werden, während einer Operation werden dann die vier anderen von neuem mit Holz beladen, zwei andere werden zur Vermeidung von Störungen bei Reparaturen in Reserve gehalten; ausserdem fünf bis sechs gewönliche Eisenbahnwagen zum Transport des Holzes von den Schuppen zur Imprägnirungsanstalt.

3) Zwei doppelt wirkende Pumpen, Saug- und Druckpumpen, Condensatoren, Transmissionen.

4) Eine Locomobile von 12 Pferdekraft mit ihrem Kessel.

5) Ein mit Kupferblech ausgeschlagenes Holzbassin zur Aufnahme der Kupferlösung mit der darin liegenden Dampfschlange.

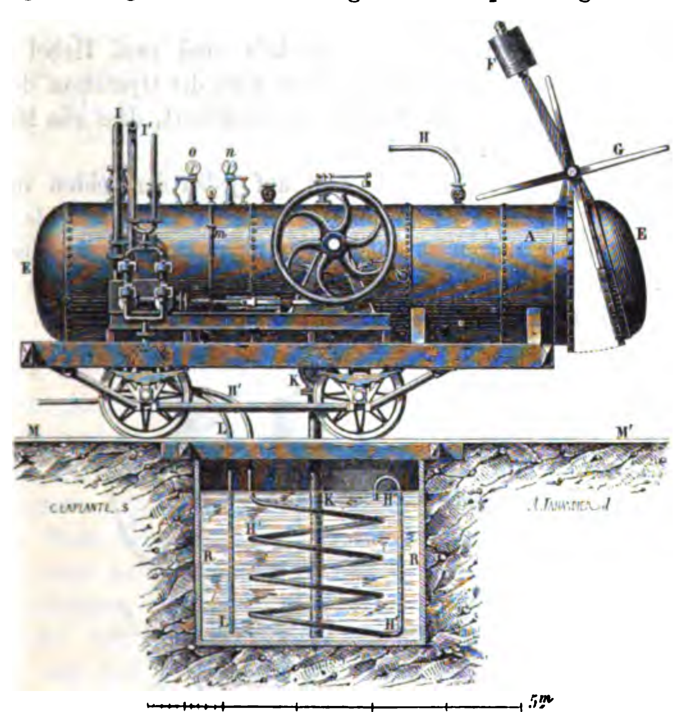


Fig. 1.

Der ganze Apparat ist in Fig. 1 in äusserer Ansicht dargestellt.

Der Cylinder ist aus sechs Ringen von Kupferblech zusammengenietet, die Wandstärke des Bleches beträgt 14 Millimeter, die Nieten haben einen Durchmesser von 24 Millimeter; die Länge des Cylindermantels, ohne die gewölbten Deckel, beträgt 6 Meter, sein Durchmesser 1,60 Meter. Unten im Cylinder sind zwei bronzene Schienen von 6 Centimeter Breite, in einem Abstande von 1 Meter

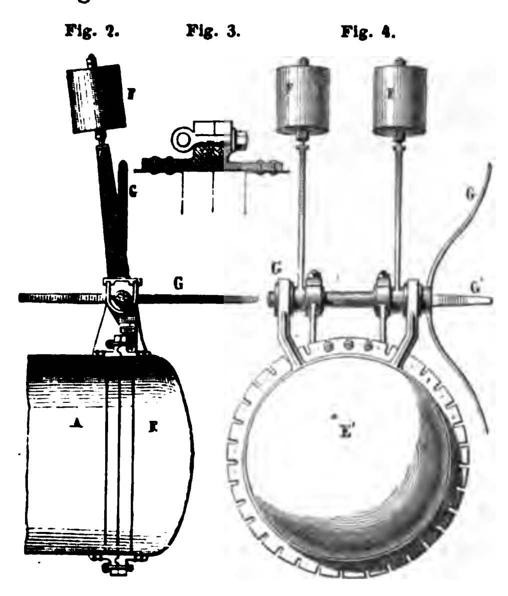
angebracht; auf diesen ruhen die mit dem zu imprägnirenden Holze beladenen Wagen.

Der hintere Deckel E ist, ebenso wie die Ringe des Cylinders, vernietet, der vordere Deckel ist in einem eisernen Lager beweglich und lässt sich um die Achse dieses Lagers drehen. Dieser Deckel ist mit einem breiten Rande versehen und legt sich gegen einen ebensolchen Rand des Cylinders, an welchem er mittelst Schraubenbolzen angeschraubt wird. Eine besondere Stellschraube dient dazu, diesen Deckel zu justiren, damit die Durchbohrungen beider Ränder stets genau auf einander passen, mittelst derselben kann man dem Deckel seine richtige Lage wieder geben, wenn derselbe durch irgend welche Zufälligkeiten verschoben sein sollte.

An der drehbaren Achse des Deckels sind zwei Hebel F mit Gegengewichten befestigt, durch dieselben wird die Operation des Oeffnens und des Schliessens des Deckels so erleichtert, dass ein Mann sie mit Bequemlichkeit verrichten kann.

Zur Sicherung des Schlusses wird auf jeden der beiden vorspringenden Ränder ein in Fett getränktes Hanfseil gelegt, beide werden beim Anziehen der Bolzen so aufeinander gepresst, dass sie einen hermetischen Verschluss gewähren. Die Details des Verschlusses sind in Fig. 2, 3 und 4 dargestellt.

Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.



Ausser dem Wasserstandszeiger, den Manometern, den Sicherheitsventilen trägt der Kessel eine Reihe von verschiedenen Hähnen, die

mit den entsprechenden Zu- und Ableitungsröhren verbunden sind. Nämlich:

x Lufthahn von 60mm Weite.

H Dampfzuleitungshahn, 60mm Weite.

J' Abflusshahn für die Imprägnirungsflüssigkeit, 60mm Weite.

Ablasshahn für den Dampf, 60mm.

L Zuflusshahn an der Druckpumpe für die Flüssigkeit, 60mm.

J Communikationshahn mit dem Condensator der Luftpumpe, 100mm.

K Zuflusshahn, durch welche die Flüssigkeit in den luftleeren Cylinder steigt.

Die kupferne Schlange H' entspricht dem Dampfablasshahn, sie liegt in dem Bassin und dient zum Erwärmen der Kupferlösung. Der nicht verdichtete Dampf und das Condensationswasser werden in den Vorwärmer geleitet, in welchem das Speisewasser des Dampfkessels befindlich ist; beide können aber auch durch das verticale und oben gekrümmte Rohr H'' in das Lösungsbassin geleitet werden. Die ganze Vorrichtung, mit Ausnahme des Reservoirs für die Kupferlösung, ruht auf einem starken Eisenbahnwaggon, wodurch es ermöglicht wird, den Platz der Imprägnirungsanstalt beliebig zu verändern und je nach Bedarf an jedem einzelnen Punkt der Bahnlinie wieder zu etabliren. Die Ausführung der Arbeit geschieht auf folgende Weise:

Die beiden mit dem zu imprägnirenden Holz beladenen Karren, auf denen die Schwellen und anderen Hölzer durch ein paar starke, in Charnieren sich drehende Bronzebügel festgehalten werden, werden auf Eisenbahnwaggons, auf denen sie auf Schienen stehen, zum offenen Cylinder gebracht. Ein paar Zwischenstücke verbinden die Schienen des Waggons mit den im Innern des Cylinders befindlichen, so dass der mit Holz beladene Karren leicht hineingeschoben werden kann. Der um seine Achse frei schwingende Deckel wird herabgelassen, die Verschraubungen angezogen und gut gedichtet. Wenn Alles soweit vorgerichtet ist, wird der Hahn, welcher mittelst des Rohres H den Cylinder mit dem Dampfkessel der Locomobile verbindet, geöffnet, der Dampf treibt zunächst die Luft durch einen besonderen Hahn aus dem Cylinder, füllt diesen gänzlich an und entweicht, nachdem der Lufthahn geschlossen ist, durch das Schlangenrohr, oder wird, wenn die Kupferlösung ihre erforderliche Temperatur erlangt hat, in den Vorwärmer geleitet.

Der Dampfdruck wird gewöhnlich 15 Minuten lang erhalten, je nach der Stärke und der Art des Holzes ist es aber oft erforderlich, ihn längere Zeit einwirken zu lassen, jedenfalls lässt man den Dampf so lange ununterbrochen durch den Cylinder passiren, bis man sicher

ist, dass das ganze Holz bis in sein Inneres auf eine Temperatur von 65—70° erwärmt ist.

Wenn dieses geschehen, sperrt man den Dampf ab und stellt die Verbindung mit dem Condensator her, in welchen sofort ein Strahl kaltes Wasser gespritzt wird. Gleichzeitig wird die auf der Locomobile befindliche Luftpumpe in Thätigkeit gesetzt, um das eingespritzte Wasser, den noch nicht vollständig verdichteten Dampf und die aus den Poren des Holzes entweichende Luft fortzuschaffen. Bei dem continuirlich aus dem Holze abdunstenden Wasser ist es nicht möglich, ein vollständiges Vacuum zu schaffen, man pumpt daher nur so lange, bis die Barometersäule auf 6 Centimeter steht, und erhält diesen luftverdünnten Raum 15 Minuten, bei starken, dichten Hölzern 25 Minuten lang.

Alsdann wird der grosse Hahn K geöffnet, der die Verbindung des Cylinders mit dem Bassin, worin die Kupferlösung befindlich, herstellt. Die Lösung hat eine Concentration von 2 Procent und ist mittlerweile durch den abströmenden Dampf auf 70° erwärmt. Der Atmosphärendruck treibt die Flüssigkeit in den Cylinder, der sich von selbst auf etwa neun Zehntel seines Inhaltes füllt. Nun kommen die Druckpumpen in Thätigkeit. Sie füllen zunächst den ganzen Inhalt mit der warmen Kupferlösung und arbeiten dann so lange, bis ein Druck von 12 Atmosphären im Cylinder herrscht, der 20—30 Minuten erhalten wird.

Die verhältnissmässig geringe Menge von Luft, welche der Dampf und das Vacuum noch in den Poren des Holzes zurückgelassen hat, wird durch diese Behandlung auf ein sehr kleines Volumen reducirt. Die Kupferlösung nimmt den Raum ein, der vorher von Luft erfüllt war, dringt in das Holz ein und erfüllt alle seine Poren.

Wenn der höchste Druck erreicht und genügend lange Zeit erhalten ist, öffnet man den grossen Ablasshahn und lässt die nicht vom Holze aufgenommene Flüssigkeit in das Reservoir zurückfliessen. Der Cylinder wird geöffnet, die beiden Karren werden auf den bereit stehenden Waggon gezogen, mit diesem zum Lagerplatz geführt, entladen und während derselben Zeit ist der Cylinder bereits wieder mit zwei frischen Karren besetzt. Jeder Karren trägt 32 Eisenbahnschwellen oder eine entsprechende Menge anderes Holz, in jeder Operation werden daher 64 Schwellen imprägnirt, und da in 12 Stunden 8 Operationen gemacht werden, so kann man mit zwei Apparaten täglich mit Leichtigkeit 1024 Schwellen, oder nöthigenfalls bei zu Hülfenehmen der Nachtarbeit 2048 Schwellen imprägniren.

Das Volumen der in das Holz eindringenden Lösung ist natürlich verschieden je nach der Beschaffenheit des Holzes, insofern leichtes,

lockeres Holz mehr Flüssigkeit aufnimmt als dichtes, festes, auf trockenem Boden gewachsenes. Man hat hierauf Rücksicht zu nehmen, indem man einmal die Einwirkung längere oder kürzere Zeit dauern lässt und ausserdem die Concentration der Flüssigkeit entsprechend regulirt. Für dichte, schwere Holzarten giebt man Lösungen von 2 Proc., für leichtere solche von 1 Proc. Längere Erfahrung hat gelehrt, dass eine genügende Conservirung des Holzes zu erreichen sei, wenn 1 Cubikmeter 5½—6 Kilo Kupfervitriol aufgenommen hat.

Bei Untersuchungen, welche von HENNEZEL und VÉTILLARD angestellt wurden, ergab sich, dass eine 2procentige Kupfervitriollösung nach der Entleerung aus dem Cylinder noch eine Concentration von 1,728 Proc. hatte; die verschiedenen Holzarten hatten dabei folgende Mengen von Flüssigkeit aufgenommen:

	Ursprüngliches Gewicht pro Kubikmeter:	Absorbirte Flüssigkeit pro Kubikmeter:	Absorbirter Kupfervitriol pro Kubikmeter:
Eichenholz. Schwellen, viereckig und halbrund, Bohlen	747 K.	430 K.	8,6 K.
Tannenholz. Halbrunde Schwellen, gesundes Holz, 6 Monate geschlagen	589 „	461 „	9,2 „
Hainbuchenholz. Bohlen, Kernholz, 8—10 Jahre geschlagen .	737 „	610 „	12,2 „
Pappelholz. Schwellen, gesundes Holz, 6 Monat geschlagen . . .	589 „	690 „	12,4 „

Bei sieben verschiedenen Versuchen mit Eichenholz stellte sich heraus, dass dasselbe um so mehr Flüssigkeit aufnehme, je längere Zeit seit dem Schlagen verflossen ist; bei 4 Monate bis 5 Jahre alten Hölzern variirte die Menge der pro Cubikmeter aufgenommenen Flüssigkeit von 320—568 Kilogramm. Man sieht daher aus diesen Versuchen, wie Alter, Textur und die sonstige Beschaffenheit des Holzes bedeutenden Einfluss auf die Aufnahme der Flüssigkeit ausüben.

Durch das Dämpfen und die Luftverdünnung verändert sich das Volumen des Holzes, der Querschnitt vergrössert sich im Verhältniss von 100:104, eine Längenausdehnung findet dagegen nicht statt.

Das Eindringen des Kupfervitriols lässt sich auf dem Querschnitte des Holzes leicht durch Betupfen mit einer Lösung von Ferrocyankalium nachweisen, je nach den grösseren oder geringeren Mengen des an bestimmten Partien vorhandenen Metallsalzes wird eine mehr oder weniger tief rothbraune Färbung entstehen, die es gestattet wenigstens

annähernd über die Quantität des dort vorhandenen Salzes zu entscheiden. Bei solchen Prüfungen fand man, dass Splinthölzer sich im Allgemeinen am leichtesten imprägniren, namentlich, wenn das Holz sich vorher beim Lagern erhitzt hatte; Kernholz, Astholz nimmt weit weniger Salz auf. Dieses geringere Quantum ist jedoch zur Erhaltung des Holzes vollständig hinreichend, um so mehr, da auch in diesem dichteren Holze die veränderlichsten und zersetzbarsten Theile am leichtesten vom Salze durchdrungen und also am kräftigsten geschützt werden.

Die Herstellungskosten des Apparates betragen nach Vésignié, bei einer Länge des Cylinders von 12 Meter und einem Durchmesser von 1,60 Meter, 60000 Francs, nämlich:

Der kupferne Cylinder mit den inneren Schienen und Hähnen	36108 Fr.
8 Karren	1774 „
Saug- und Druckpumpe	4668 „
Bassins, Schlangen und Röhren	1450 „
Locomobile von 12 Pferdekraft	11000 „
Holzschuppen	5000 „

Nimmt man an, dass der Raum im Cylinder zur Hälfte ausgenützt werden könne, so würde jede Füllung 12 Cubikmeter betragen; jede Operation dauert 2 Stunden, 12 Arbeiter sind für das Packen des Holzes, das Verschieben der Karren etc. nöthig. Während einer täglichen 10stündigen Arbeitszeit, die in 5 Operationen 60 Cubikmeter imprägnirtes Holz liefert, würden sich folgende Kosten herausstellen:

12 Arbeiter à 3 Fr.	36 Fr.
1 Heizer	5 „
1 Aufseher des Holzplatzes	6 „
Heizung und Erhaltung der Maschine	25 „
360 Kilo Kupfervitriol à 1 Fr. 20 c.	432 „
Amortisirung des Capitals von 60000 Fr. in 10 Jahren	23 „
	527 Fr.

Bei einer Production von 60 Cubikmeter stellen sich daher die Kosten des Imprägnirens auf 8 Fr. 78 cent. pro Cubikmeter. Diese Kosten betragen kaum mehr als den zehnten Theil des Werthes des Holzes, die Haltbarkeit desselben wird dagegen durch die Imprägnirung verdreifacht.

Die meisten der deutschen Eisenbahnverwaltungen bedienen sich schon seit langer Zeit fast genau desselben Verfahrens zur Imprägnirung ihrer Schwellen, nur mit dem Unterschiede, dass man nicht

Kupfervitriol, sondern Chlorzink anwendet, welches in seiner Wirksamkeit dem Kupfervitriol nicht nachsteht, aber bedeutend wohlfeiler ist, und welches den wesentlichen Vorzug vor dem Kupfervitriol hat, dass man die theuren kupfernen Apparate ganz entbehren und sie durch wohlfeilere eiserne ersetzen kann.

Ein anderes Verfahren wurde von BOUCHERIE eingeführt. Es beruht im Wesentlichen auf einer durch hydrostatischen Druck bewirkten Verdrängung des Saftes der frisch gefällten Hölzer durch die conservirende Flüssigkeit, als welche vorzugsweise der Kupfervitriol verwendet wird. Die dazu dienenden Apparate und Vorrichtungen, welche entweder unter freiem Himmel oder unter einem leichten Holzschuppen aufgestellt werden können, sind auf Tafel XX dargestellt.

Fig. 1 ist eine Vertikal-, Fig. 2 eine Horizontalansicht des ganzen Apparates. A grosse hölzerne Reservoirs zur Aufnahme der Kupfervitriollösung, sie werden von einem Balkengerüste getragen und stehen 10—15 Meter über dem Boden; die Platteform, auf der sie ruhen, ist mit einem hölzernen Geländer umgeben. Am Boden des Reservoirs ist eine Verbindungsröhre angebracht, durch welche die Kupferlösung, bereitet durch Lösung von 1 Theil krystallisirtem Kupfervitriol in 100 Theilen Wasser, in das kupferne Rohr i gelangt; dieses verläuft zunächst von den Reservoirs vertikal bis zum Boden, ist dort rechtwinklig gebogen und verläuft dann am Boden horizontal. Dieses Rohr ist mit Hähnen versehen, um die Verbindung mit den Reservoirs zu reguliren, andererseits trägt es an dem horizontalen Theile Ansatzstücke in solcher Anzahl, als gleichzeitig Schwellen oder Balken imprägnirt werden sollen; jedes dieser Ansatzstücke ist mittelst eines eigenen Hahnes verschliessbar.

Fig. 3 u. 4 zeigt, in grösserem Maassstabe, die erstere im Durchschnitt, die letztere in äusserer Ansicht, die Vorrichtung, mittelst welcher die Flüssigkeit in das Holz gepresst wird. Man pflegt die Balken so herzurichten, dass sie eine Länge von 5,20—5,30 Meter und einen Durchmesser von 25—40 Centimeter haben, die Länge entspricht der doppelten einer Eisenbahnschwelle. Der zu imprägnirende Balken wird mit seinen beiden Enden auf hölzerne Lager gebracht, darauf schiebt man in die Mitte zwischen diesen beiden Lagern eine Unterlage, die etwas höher als jene Lager ist (Fig. 3) und macht nun gerade über dieser Unterlage mittelst einer Säge einen Einschnitt quer in den Balken, d. h. rechtwinklig zur Richtung der Fasern, ohne jedoch den Balken ganz zu durchschneiden, sondern man führt den Schnitt nur etwa bis zu $^7/_{10}$ durch die Dicke desselben; durch das Gewicht der sich auf die Lager senkenden Enden des Balken entsteht so ein klaffender Spalt

von 1 Centimeter oberer Weite. Mittelst des in Fig. 10 dargestellten Holzbohrers wird dann entweder seitlich oder von oben in schräger Richtung nach unten in einer Entfernung von 10 Centimeter ein Loch gebohrt, welches in dem Spalte endigt. Die Säg- und Bohrspähne werden mit Haken und Stumpfmeisseln (Fig. 6 u. 7) möglichst sorgfältig von der Schnittfläche und aus dem Bohrloche entfernt. Rings in die Schnittfläche legt man alsdann an dem Umfange des Balkens ein an den beiden Enden verdünntes Hanfseil (Fig. 4 u. 5) und beseitigt allmälig die in der Mitte des Balkens befindliche Unterlage, wodurch derselbe, der Schwere folgend, sich fest auf die beiden Endlager auflegt und somit den Schnitt zusammenpresst, soweit als es die Dicke des Hanfseiles zulässt. Das Hanfseil gewährt dabei einen hermetischen Verschluss nach aussen und es bleibt von dem klaffenden Raum nur eine nun geschlossene Höhlung von wenigen Millimeter Weite frei.

Wenn der Balken soweit vorgerichtet ist, setzt man in das Bohrloch ein beiderseitig offenes Röhrchen aus hartem Holz (Fig. 11) ein und verbindet das freie Ende desselben mittelst eines Kautschukrohres mit dem Hahne eines Ansatzstückes des horizontalen Kupferrohres, dessen Lage durch die Fig. 3 u. 4 deutlich wird. Indem man diesen Hahn öffnet, fliesst die Kupferlösung durch das Kautschukrohr, das Holzröhrchen, durch das seitliche Loch in die Spalte in der Mitte des Balkens, presst mit dem ganzen Druck der hohen Flüssigkeitssäule den Saft vor sich her, der durch die Rinnen kk abfliesst, und durchdringt schliesslich das Holz vollständig. Um aber neben der Flüssigkeit nicht auch die Luft, welche in der Oeffnung enthalten ist, durch das Holz pressen zu müssen, gebraucht man die Vorsichtsmassregel, Anfangs nur eine ganz geringe Menge von Flüssigkeit eintreten zu lassen und gleichzeitig dem Balken in der Mitte eine ganz geringe Hebung zu geben; der Spalt öffnet sich dadurch etwas und die Luft wird durch die Flüssigkeit verdrängt; sobald dies geschehen ist, sobald also Kupferlösung aus der Schnittwunde hervordringt, lässt man den Balken wieder in seine frühere Lage zurücksinken und verschliesst damit wieder die Oeffnung. Da man bei dem hohen Druck der Flüssigkeitssäule mittelst des Hahnes nicht den Austritt minimaler Quantitäten von Flüssigkeit gut reguliren kann, so hat man zu diesem Behufe auf jeder der Kautschukröhren einen, nach Art der in den chemischen Laboratorien gebräuchlichen Quetschhähne construirten Apparat. Er ist in Fig. 12, 13, 13 bis dargestellt und besteht aus zwei Riegeln aus hartem Holz, durch deren Enden zwei Schrauben gehen; je nachdem diese Schrauben mehr oder weniger angezogen sind, werden die Holzriegel mehr oder weniger von einander entfernt und wird das zwischen beiden befind-

liche Kautschukrohr entweder ganz geöffnet, verengt, oder ganz geschlossen.

Das Gemenge von Saft und Kupferlösung, welches aus beiden Enden des Balkens hervordringt, fliesst durch die geneigten Rinnen k in ein gemeinsames grosses, in die Erde versenktes Bassin, welches in Fig. 1 deutlich wird. In diesem befindet sich auf einem Siebboden eine filtrirende Schicht von feinkörniger Kohle oder feinem Sand, um alle mechanischen Unreinigkeiten zurückzuhalten; die ganz klare Flüssigkeit sammelt sich am Boden und wird von hier durch zwei Pumpen ff * aufgesogen und in die auf dem Gerüst befindlichen Reservoirs zurückgeschafft, wo durch Einhängen von mit Kupfervitriol gefüllten Körben die ursprüngliche Concentration wiederhergestellt wird, und von wo dann die Flüssigkeit wieder denselben Lauf wie vorher durch die Röhren, durch das Holz und zurück nimmt, so dass eine beständige Circulation stattfindet.

Je nach dem grösseren oder geringeren Widerstande, den das Holz darbietet, lässt man die Circulation 36—48 Stunden dauern, oder so lange, bis ein Volumen von Flüssigkeit durch das Holz gegangen ist, welches etwa dreimal so gross ist wie das Holz selbst, also bis pro Cubikmeter Holz etwa 3 Cubikmeter Flüssigkeit desselben passirt haben, oder endlich so lange, bis die abfliessende Flüssigkeit mindestens 6,66 Gramm Kupfervitriol pro Liter enthält.

Bei einem 50 Meter langen Arbeitsraum kann man gleichzeitig 50 Balken imprägniren; da jeder derselben 2 Bahnschwellen liefert, so entspricht dies einer Leistungsfähigkeit von täglich 100 Schwellen. Pro Cubikmeter Holz werden 5—6 Kilogramm oder pro Schwelle 5—600 Gramm Kupfervitriol verbraucht.

Das Verfahren erfordert einige Abänderungen, wenn man nicht über genügend lange Balken verfügt, wenn man nur Balken von halber Länge, also der einfachen Länge einer Schwelle zu bearbeiten hat. Man hat dann das eine Kopfende des Holzes zu verschliessen und gleichzeitig von hier aus die Kupferlösung zuzuführen. Es geschieht mittelst der in Fig. 8 u. 9 dargestellten Vorrichtung. a ist eine starke Holzplatte, grösser als die Fläche des Balkens, durch dieselbe geht die starke Schraube b; in den Balken bohrt man ein Loch von etwas geringerem Durchmesser als dem der Schraube, setzt dann die Schraube ein und zieht sie soweit an, bis die Holzplatte a nur noch um 1 Centimeter von dem Kopfende des Balkens entfernt ist. Der zwischen dem

* Da die Flüssigkeit auf 10—15 Meter zu heben ist, so dürften wohl, statt der hier dargestellten Saugpumpen, Druckpumpen anzuwenden sein.

Rande des Balkens und der Platte befindliche Raum wird mit Hanfseilen ausgefüllt und die Schraube möglichst stark angezogen. Es ist so derselbe Verschluss herbeigeführt, wie vorher bei dem Doppelbalken. In der verschliessenden Endplatte ist ein kleines Loch befindlich, in welches das Holzröhrchen eingesetzt wird, und dieses wird dann ebenso wie oben mit dem Leitungsrohr verbunden; in Fig. 2 sind bei b″ und b‴ so vorgerichtete Balken dargestellt.

Will man es endlich vermeiden, das Kopfende des Balkens anzubohren, so bedient man sich der in Fig. 15 dargestellten Vorrichtung, die sich von der vorigen nur dadurch unterscheidet, dass die centrale Schraube des Brettes durch zwei seitlich angebrachte, zugeschärfte und oben mit Schrauben versehene Haken ersetzt ist. Diese beiden Haken b′ (Fig. 15) werden in den Balken eingetrieben, worauf man durch Anziehen der Schraubenmuttern b das Brett a dem Kopfende des Balkens nähert, mit Hanfseilen dichtet u. s. f.

Die zur vollständigen Durchdringung erforderliche Zeit ist sehr verschieden, je nach der grösseren oder geringeren Lockerheit des Holzgewebes, je nach der Art des zu behandelnden Holzes, je nach der Menge des darin vorhandenen Saftes, je nach der Länge und Dicke der einzelnen Partien. Vom Eichenholz wird überhaupt nur der Splint durchdrungen, weil hier die Gefässe weiter sind als im Kernholz; die Partie des Splintes ist stets die am leichtesten zersetzbare. Buche, Hainbuche, Birke, Platane, Ulme, Tanne und Kiefer liefern Hölzer, die wegen ihres geringeren Preises gern verwandt werden und die nach der verhältnissmässig leicht erfolgenden Imprägnirung das Eichenholz für viele Zwecke ersetzen können. Die verschiedenen Pappelarten nehmen die Flüssigkeit mit Ausnahme einer kleinen rings um ihre Achse gelegenen Partie leicht auf; die Stämme derselben werden häufig zu Pfählen verarbeitet, und zwar der Art, dass man dieselben der Länge nach in vier Theile spaltet und dann mit der Axt oder dem Hobel jene nicht durchdrungene Partie fortnimmt.

Bei allen Holzarten ist jedoch die Cirkulation der Flüssigkeit um so leichter und geschieht die Imprägnirung um so viel vollständiger, je kürzere Zeit seit dem Fällen des Baumes verflossen ist. Um dem Verlust an Saft möglichst vorzubeugen, schlägt man sofort nach dem Fällen alle Aeste und Zweige ab. Wenn dieses vor dem Triebe der Blätter vom Januar bis April vorgenommen wird, so sind die Stämme nach Verlauf von zwei Monaten am meisten zur Imprägnirung geschickt; man hat dann nur von jedem Ende eine Scheibe von etwa 10 Centimeter Dicke abzuschneiden, weil diese Partie zu sehr ausgetrocknet ist. Während des Sommers sollte man entweder die Imprägnirung

sofort, oder doch nicht länger als 8—12 Tage nach dem Fällen vornehmcn.

Der Prozess verläuft ausserdem um so leichter, je kürzer die Stämme und unter je höherem Druck man arbeitet; Tannenstämme von 7—8 Meter Länge und 20—25 Centimeter Durchmesser erfordern schon 5—7 Tage, um vollständig durchdrungen zu werden. Ebenso ist der Durchmesser von wesentlichem Einfluss: während ein Stamm von $2^1/_2$ Meter Länge und 20—40 Centimeter Durchmesser in 24 Stunden vollständig imprägnirt ist, sind bei einem gleich langen, aber 60 Centimeter starken Stamme 100 Stunden erforderlich und man muss ausserdem 6—7mal sein Volum an Flüssigkeit hindurchtreiben; ja bei so starken Stämmen kann es erforderlich werden, dass man, nachdem die äusseren Partien hinlänglich imprägnirt sind, die inneren besonders behandelt, indem man ein diesen entsprechend grosses Brett vorschraubt und nun von dort aus die festeren Theile des Gewebes noch einmal dem Flüssigkeitsdruck aussetzt. Man erreicht die völlige Durchdringung der festesten Holzpartien häufig auch dadurch, dass man den Block umkehrt und nun vom Ausflussende her die Kupferlösung zutreten lässt. Unter allen Umständen ist es unumgänglich nöthig, dass der anzuwendende Kupfervitriol möglichst rein und möglichst frei von überschüssiger Säure sei; namentlich muss er vollständig frei von Eisenvitriol sein, denn dieses letztere Salz wirkt, indem es sich in dem Holze oxydirt und seine Säure abgiebt; zerstörend auf die Faser. Die Abwesenheit des Eisenvitriols erkennt man daran, dass eine Lösung des Kupfervitriols mit Ammoniak vermischt eine blaue, vollständig klare Flüssigkeit liefert, in welcher keine Flocken eines Niederschlages schwimmen. Um eine Verunreinigung der Kupferlösung zu verhüten, verwendet man in allen Operationen, mit Ausnahme der zum Sägen und Bearbeiten des Holzes erforderlichen, nur Instrumente von Holz, Bronze, Messing, Röhren von Kupfer, Holz, Kautschuk, nirgends Eisen, weil dieses in Berührung mit Kupferlösungen das Kupfer fällen und dafür selbst in Lösung gehen würde.

Die Kosten des Verfahrens berechnen sich pro Cubikmeter auf 15 Fr., wovon 5 Fr. für Kupfervitriol, der Rest von 10 Fr. für Arbeitslohn, Zinsen etc.

Der Kupfervitriol conservirt das Holz dadurch, dass er sich auf der Cellulose, auf dem Lignin und auf verschiedenen stickstoffhaltigen Materien fixirt. Er ist genügend giftig, um Insekten zu verhindern sich in dem Gewebe des Holzes anzusiedeln; ausserdem wird durch die Verdrängung des Saftes ein grosser Theil der am leichtesten zersetzbaren Materien aus dem Holze fortgeschafft.

Neuere Erfahrungen, die man bei dieser Behandlung des Holzes gemacht hat, haben gezeigt, dass es zweckmässig sei, eine kleine Abweichung von dem Beschriebenen vorzunehmen, die darin besteht, dass man den zuerst abfliessenden Saft möglichst beseitigt. Es lässt sich dies leicht erreichen, indem man die austretende Flüssigkeit erst dann auffängt und durch die Rinnen in die Cisterne leitet, nachdem der grösste Theil des Saftes ausgetrieben ist; man giebt damit eine geringe Menge an Kupfervitriol verloren, gewinnt aber dadurch, dass man nur eine um so reinere Flüssigkeit in das Holz bringt.

Ein von diesem etwas abweichendes Verfahren von Renard-Perrin besteht darin, dass man die Flüssigkeit nicht durch hydrostatischen, sondern durch atmosphärischen Druck durch das Holz treibt. Die aufrecht stehenden, 2—4 Meter langen Klötze werden mit ihrem unteren Ende mit einem eisernen Gefäss verbunden, in welchem man dadurch einen luftverdünnten Raum erzeugt, dass man einen mit Holzgeist getränkten Wergballen darin verbrennt. Sobald die Flamme erlischt, wird das Gefäss verschlossen, beim Erkalten erzeugt sich ein luftverdünnter Raum und in Folge dessen wird die Flüssigkeit, die man auf das obere, mit einem Rande umgebene Ende des Holzblockes giesst, durch den Atmosphärendruck in das Holz getrieben. Durch mehrfache Wiederholung erreicht man dann eine genügende Imprägnirung. Das Verfahren von Perrin ist übrigens weniger zur Conservirung des Holzes als zur Fabrikation gefärbter Hölzer angewandt, indem er verschiedene farbige Lösungen in das Holz bringt und so Luxusartikel von sehr gefälligem Aussehen darstellt.

Es werden dabei die verschiedensten Farbstoffe und Beizen verwandt, dieselben, deren man sich zum Färben des Zeuges bedient; für die verschiedenen Nüancen von Roth und Violett: Krapp, Alkanna, Orseille, Campeche- und Brasilienholz; für Blau: Lackmus, Indigo, Blauholz, salpetersaures Kupferoxyd; für Grün: essigsaures Kupferoxyd, Grünspan; für Schwarz: Galläpfelextract und Eisenvitriol. Andere Holzarten werden nach einem ähnlichen Verfahren gebleicht, indem z. B. Hainbuchenholz zuerst mit einer sehr verdünnten Sodalösung (1/4 %), dann mit Wasser, mit Chlorkalk, verdünnter Salzsäure und endlich nochmal mit Wasser behandelt wird. Das so gebleichte Holz dient als Ersatz für Elfenbein bei eingelegten Arbeiten der Kunsttischlerei.

Verwendungen des imprägnirten Holzes.

Das imprägnirte Holz lässt sich nicht allein da, wo es seither die grösste Anwendung gefunden hat, im Eisenbahnbau, benutzen, sondern es lassen sich eine Reihe von anderen zweckmässigen Nutzungen dafür

nachweisen: zu allem möglichen dem Einfluss der Luft und der Feuchtigkeit ausgesetzten Zimmerwerk, zur Verholzung der Stollen der Bergwerke, zu manchen Tischlerarbeiten, zu Pfählen der verschiedensten Art, zu Telegraphenstangen, zu Weinbergspfählen, zu Spalieren, zu mancherlei Schiffstheilen, zu Nachen, Rettungsflössen etc.

Unter den verschiedenen nützlichen Anwendungen ist eine besonders hervorzuheben, bei welcher der durch das Imprägniren zu erreichende Nutzen leicht in Zahlen ausdrückbar ist. Es ist die Verwendung imprägnirter Pfähle in den Weinbergen und Weingärten.

Die Weingärten der Gironde umfassen eine Oberfläche von 103513 Hectaren. Man verwendet dort zur Befestigung der Reben junge beim Durchforsten geschlagene Tannenpfähle von 2,30 Meter bis 2,75 Meter Höhe und 3,5 Centimeter Durchmesser. Die einzelnen Weinstöcke stehen im fruchtbaren Boden in Entfernungen von 1,5 Meter, auf trockenem sterilem Boden in Entfernungen von 2 Meter, durchschnittlich rechnet man 2500 Pflanzen per Hectare. Man kann daher in runden Zahlen annehmen, dass in der Gironde 350,000000 Pfähle gebraucht werden. Nach Ablauf eines Jahres ist der in der Erde befindliche Theil des Pfahles, namentlich gerade an der Oberfläche des Bodens, abgefault und muss beseitigt werden. Auf gleiche Weise kann man den Pfahl bei obiger Länge noch dreimal verkürzen. Der nach 4 Jahren verbleibende Stumpf ist zu kurz, um weiter benützt zu werden.

1000 Pfähle von 2,75 Meter Länge und 3—4 Centimeter Durchmesser repräsentiren ein Volum von 3 Cubikmeter. Bei einer vierjährigen Dauer würden jährlich 87,500000 Pfähle oder 250000 Cubikmeter Holz verbraucht werden.

Wollte man diese Pfähle durch imprägnirtes Holz ersetzen, so würden die Kosten sich folgendermassen stellen:

Verkaufspreis für 1000 Stämme im Forst . .	24 Fr.
Schlagelohn, Schälen, Transport	21 „
16,66 Kilogr. Kupfervitriol	15 „
Tagelöhne beim Imprägniren	6 „
Tagelöhne zum Aufstapeln etc.	3 „
Gewinn, Amortisation, sonstige Unkosten . .	21 „
	90 Fr.

Die Erfahrung hat bewiesen, dass genügend imprägnirte Pfähle 10 Jahre lang benutzt werden können, ohne dass es erforderlich sei, die in der Erde befindlichen Theile abzuschneiden. Man braucht daher den Pfählen nur die Hälfte der Länge zu geben und stellt sich so die 1000 Pfähle zu einem Preise von 45 Fr. her, oder demselben Preis,

welchen man für die doppelt so langen nicht imprägnirten Pfähle anzulegen hat. Da aber die Dauer der imprägnirten Pfähle mindestens die doppelte der rohen ist, so ist es klar, dass die Hälfte des darin anzulegenden Capitals auf diese Weise erspart werden kann. Diese Ersparung berechnet sich für die sämmtlichen Weingärten Frankreichs auf mehr als 5 1/2 Million Franken per Jahr.

Wir wollen es nicht versuchen, diese Berechnungen auf unsere deutschen Verhältnisse zu übertragen. Es ist jedoch sicher, dass sich mit Leichtigkeit ein ähnlicher Gewinn herausrechnen liesse und vielleicht ein noch höherer, da die Zubereitung, durch die Imprägnation des Holzes mit Chlorzink, billiger als in Frankreich beschafft werden kann. Ein kleiner Theil der durch die Krankheiten des Weinstockes bewirkten Verluste liesse sich dadurch dem Winzer ersparen.

Wir haben im Vorhergehenden bereits Gelegenheit gehabt, eine Reihe der verschiedenen conservirenden Agentien zu nennen, ausser diesen sind aber noch manche andere theils verwendbar, theils wirklich verwandt. Wir wollen dieselben hier kurz erwähnen.

Gerbstoff, Gerbsäure, Tannin gehört zu den wirksamsten Conservirungsmitteln, er verbindet sich auf gleiche Weise mit den stickstoffhaltigen Bestandtheilen der Holzarten und bildet damit unlösliche, schwer zersetzbare Substanzen, wie mit den stickstoffhaltigen Bestandtheilen der animalen Gewebe, deren Gerbstoffverbindung das Leder ist. Dem Gehalt an Gerbstoff schreibt man die grosse Dauerhaftigkeit des Eichenholzes zu, doch dürfte hier wohl ebenso sehr und in höherem Grade die natürliche Dichtigkeit des ganzen Gewebes von Einfluss sein. Es wird behauptet, dass Fischer ihre Netze und sogar ihre Segel von Zeit zu Zeit in gerbstoffhaltige Flüssigkeiten legen, um ihnen grössere Dauerhaftigkeit zu ertheilen.

Theer. Seit den ältesten Zeiten hat man den Holztheer zur Erhaltung des Schiffsbauholzes angewandt, dass man ihn heute noch in so ausgedehntem Maasse dazu benutzt, beweist wohl am sichersten seine günstige Wirkung. Das wesentlichste Agens des Holztheers ist das bei der trockenen Destillation des Holzes sich bildende Kreosot; im Steinkohlentheer findet sich die dem Kreosot so ähnliche Carbolsäure.

Carbolsäure hat die Eigenschaft, selbst in minimalen Mengen alle Fäulniss- und Gährungserscheinungen zu unterdrücken, niedere Thierarten und Pflanzen zu zerstören. Sie wird gegenwärtig namentlich in der Paraffin- und Solaröl-Industrie in grossen Mengen gewonnen und kommt zu sehr billigen Preisen in den Handel. Ihrer Verwendung als Conservirungsmittel für Holz dürften daher keine Schwierigkeiten mehr im Wege stehen.

Oele, Fette, Wachs und Harze im flüssigen Zustand in das Holz gebracht, schützen dieses namentlich dadurch, dass sie die Poren mit einer für Feuchtigkeit und Luft undurchdringlichen Materie erfüllen; für die meisten Zwecke dürften sie durch ihren hohen Preis nicht verwendbar sein.

Kochsalz, Steinsalz, Seesalz erhält das Holz auf ähnliche Weise, wie es Fleisch, Häute, Fische vor der Fäulniss schützt; namentlich in mässig feuchten Räumen, wie in gewissen Bergwerken, widerstehen die mit Salz imprägnirten Hölzer lange der Fäulniss. An nassen Orten kann man aber solche Hölzer nicht anwenden, weil das Salz ausgelaugt würde, ebensowenig an solchen Orten, wo das Holz Gelegenheit hat, bald Feuchtigkeit aufzunehmen, bald wieder auszutrocknen, weil die Salztheilchen dabei effloresciren und zwischen den Holzfasern sich zu grösseren Krystallen vereinigen würden, wodurch der Festigkeit des Gewebes wesentlich Abbruch geschehen würde.

Von den Eisensalzen sind verschiedene zur Conservirung des Holzes angewandt. Das wirksamste derselben ist unzweifelhaft das holzessigsaure Eisen, welches man erhält, indem man in Holzessig metallisches Eisen lösen lässt. Der Holzessig ist der wässrige Theil der Producte der Destillation des Holzes und enthält ausser Essigsäure Kreosot und eine Reihe anderer antiseptisch wirkender Substanzen, denen vielleicht mehr als dem Eisen ein günstiger Einfluss zuzuschreiben ist. Der Nutzen der Eisensalze scheint uns ziemlich problematisch zu sein, es ist schon oben bei der Verwendung des Kupfervitriols darauf hingewiesen, dass man ängstlich jeden Eisengehalt desselben zu vermeiden habe. Die Nachtheile des Eisenvitriols, wenn solcher angewandt wird, beruhen nun nicht allein darauf, dass derselbe sich bald zersetzt in freie Schwefelsäure und basisches Oxydsalz, von denen die erstere direct zerstörend auf die Faser des Holzes wirkt, sondern wir haben im täglichen Leben oft Gelegenheit, die Nachtheile des auf vegetabilischen Fasern niedergeschlagenen Eisenoxydes zu beobachten. Ein Jeder weiss, dass die auf Leinen und anderen Geweben befindlichen Rostflecke (Eisenoxyd) nach kurzer Zeit die darunter befindlichen Partien zerstören, so dass an der Stelle des Fleckens ein Loch entsteht. Es beruht dies offenbar darauf, dass das Eisenoxyd durch den Contact mit der vegetabilischen Faser reducirt wird, wieder Sauerstoff aufnimmt und diesen so wechselsweise an die Faser überträgt, die dadurch theilweis verbrannt, gelockert und schliesslich ganz zerstört wird. Wenn nun auch in dem mit Eisenoxyd beladenen Holzgewebe der Luftzutritt nicht ein so beträchtlicher ist, wie bei den der Luft ganz frei ausgesetzten Gespinnstfasern, so findet doch trotzdem Luftwechsel darin statt

und damit muss nothwendiger Weise auch die Zerstörung begünstigt werden.

Ein auf der Anwendung von Eisenvitriol basirtes Verfahren ist von WATTEAU eingeführt worden, doch ist auch von diesem nicht viel zu erwarten. Das Holz wird zuerst unter einem Druck von 10 Atmosphären mit einer Lösung von Schwefelbaryum von 5 Proc. imprägnirt und dann ebenso mit einer 5procentigen Lösung von Eisenvitriol. Die Schwefelsäure soll sich dabei nach dem Erfinder als schwefelsaurer Baryt niederschlagen, ausserdem bildet sich Schwefeleisen und es verbleibt ein Ueberschuss von Schwefelbaryum, der giftig auf Insekten, Kryptogamen und Fermente wirkt. Hierzu ist jedoch zu bemerken, dass das Schwefelbaryum ungemein leicht zersetzbar ist, durch die Kohlensäure der Luft schon in ganz unlöslichen, also wirkungslosen kohlensauren Baryt verwandelt wird und dass, sobald einmal das Schwefelbaryum als solches nicht mehr vorhanden ist, das Schwefeleisen durch den Einfluss des Sauerstoffs mit grösster Leichtigkeit in Eisenvitriol, also in das Salz, dessen Nachtheile beseitigt werden sollten, verwandelt wird.

Kupfervitriol und Zinkvitriol wirken conservirend, haben aber nicht den schädlichen Einfluss des entsprechenden Eisensalzes.

Basisch essigsaures Bleioxyd bildet mit den am leichtesten zersetzbaren Bestandtheilen des Holzes unlösliche stabile Verbindungen. Es dringt leicht in das Holz ein und lässt sich, wenn sein Preis nicht zu hoch, mit Vortheil verwenden.

Quecksilberchlorid, Sublimat (s. KYAN's Verfahren), seit langer Zeit zur Conservirung von anatomischen Präparaten und Herbarien benutzt, ist ebenso wie die

Arsenige Säure, weisser Arsenik in wässriger Lösung zum Imprägniren von Hölzern verwandt, man hat aber beide ihrer grossen Giftigkeit wegen wieder verlassen, da sich herausstellte, dass sowohl bei dem Imprägniren, wie bei der weiteren Verarbeitung die damit beschäftigten Arbeiter grossen Gefahren ausgesetzt waren. Mit Sublimat behandelte Hölzer, die zur Construction von Gewächshäusern verwandt wurden, übten einen äusserst nachtheiligen Einfluss nicht allein auf die die Hölzer berührenden Schlingpflanzen, sondern auch auf die ganze in den betreffenden Häusern befindliche Vegetation.

Chlorzink, Zinkchlorid zeichnet sich durch seine sichere Wirkung als Conservirungsmittel aus, es wird in Deutschland und England ganz allgemein zum Imprägniren der Bahnschwellen benutzt. Die Technik liefert es für diesen Zweck in grossen Massen und zu billigen

Preisen. Bei seiner Verwendung ist darauf zu sehen, dass es möglichst frei von freier Säure sei.

Chlorcalcium wirkt ähnlich wie das Kochsalz, man verwendet es mit Vortheil zum Tränken von Reifen für an trockenen Orten lagernde Fässer, da es durch seine hygroskopische Eigenschaft den Reifen einen gewissen Feuchtigkeitsgehalt erhält und dadurch ihr Schwinden verhindert.

Conservirung des Holzes durch Trocknen, Dörren, Dämpfen, oberflächliche Verkohlung, Räuchern.

Es ist oben erwähnt, dass die Vergänglichkeit des Holzes wesentlich durch die Saftbestandtheile hervorgerufen werde, indem diese am leichtesten der Fäulniss und der Verwesung unterliegen. Diese wird dadurch begünstigt, dass gewisse Bestandtheile des Saftes die Eigenschaft haben, schon aus feuchter Luft Wasser anzuziehen und aufgenommenes Wasser mit Hartnäckigkeit zurückzuhalten. Da weder Gährung noch Fäulniss bei Abwesenheit von Wasser eintreten kann, so sucht man durch verschiedene Methoden entweder die Eigenschaften der Saftbestandtheile so zu verändern, dass sie diese Hygroskopicität verlieren, durch Trocknen bei hoher Temperatur, durch Dörren, durch oberflächliche Verkohlung, Räuchern, oder man sucht durch Dämpfen, und Condensiren des Dampfes im Holze die Saftbestandtheile möglichst auszulaugen.

Beim Dörren hat man zunächst dafür zu sorgen, dass das Holz, ehe es diesem Prozess unterworfen wird, bereits möglichst ausgetrocknet ist, da sonst ein Werfen und Reissen nicht zu vermeiden ist. Das gut getrocknete Holz wird in eine gemauerte Kammer gebracht und in diese wird mittelst eines Gebläses ein Strom heisser Luft eingetrieben. Die Luft wird auf die Weise erhitzt, dass man sie unmittelbar in ein Feuer treibt, man lässt dann die sämmtlichen Verbrennungsgase und den Rauch gleichzeitig mit in den Dörrraum treten und verbindet so mit dem Dörren die Wirkung des Rauches. Durch zweckmässige Einrichtung der Feuerung und der Ventilation ist dafür zu sorgen, dass die Temperatur des Holzes sich nur ganz allmälig steigere, weil sonst ein Werfen und Reissen unfehlbar eintreten wird, dann namentlich aber auch dafür, dass keine Funken fortgerissen werden, die Feuersbrünste veranlassen würden.

Durch das Dörren schwindet das Volum des Holzes, das Gewebe wird dichter, die Saftbestandtheile werden verändert, das Holz dadurch weniger leicht zerstörbar. Um eine sichere Wirkung zu erzielen, muss

man die Temperatur schliesslich soweit steigern, dass die Oberfläche deutlich gelb bis bräunlich gefärbt erscheint.

Das Dämpfen des Holzes geschieht auf dieselbe Weise, wie wir es oben beim Imprägniren beschrieben haben; will man es aber als ausschliessliches Conservirungsmittel anwenden, so muss es länger fortgesetzt werden. Die entweder mit oder ohne höheren Druck zugeleiteten Wasserdämpfe lässt man so lange auf das Holz einwirken, bis das sich condensirende Wasser vollkommen farblos abfliesst, bis dieses also keine färbenden Saftbestandtheile mehr ausziehen kann. Nach PRECHTL's Vorschlag ist es zweckmässig, mit den Wasserdämpfen zugleich Theerdämpfe auf das Holz einwirken zu lassen, was auf die Weise ausgeführt wird, dass man, nachdem das Condensationswasser farblos abfliesst, eine geringe Menge Theer in den Dampfkessel bringt; mit den Wasserdämpfen verflüchtigen sich dann zugleich Theerdämpfe, die das Holz durchdringen und zu seiner Erhaltung beitragen. Das gedämpfte Holz trocknet leicht und ohne dem Reissen und Werfen sehr ausgesetzt zu sein; vor dem Trocknen ist es weich und biegsam und lässt sich leicht in jede beliebige Form bringen. Von dieser Eigenschaft macht man Gebrauch, um die Dauben für Fässer, die Felgen für Räder zu biegen. Nach dem Erkalten und Trocknen nimmt das Holz seine ursprüngliche Härte wieder an.

Hölzerne Bolzen und Keile werden nach dem Verfahren von CHEMALLÉ durch Dämpfen und Dörren sehr hart und widerstandsfähig gemacht. Sie werden zunächst gedämpft und dann in einem heissen Bade von Oel oder Steinkohlentheer gesotten, noch heiss werden sie dann in einer eigenen Maschine einem starken Druck unterworfen, wodurch sie um 20 Proc. ihres Volumens verdichtet werden. Eine derartige Maschine von RANSOME & MAY in Ipswich liefert in 10 Stunden 18000 fertige Holzbolzen.

Die oberflächliche Verkohlung des Holzes ist zu seiner Erhaltung wohl seit langer Zeit angewandt, Pfähle, die in den Boden eingesetzt werden sollen, entzündet man an ihrem unteren Ende und bewirkt so im Wesentlichen dasselbe, was durch eine Dörrung erreicht wird. Bereits vor hundert Jahren machte man den Versuch, dasselbe Verfahren anzuwenden, um den Rumpf von Kriegsschiffen weniger vergänglich zu machen. Der der englischen Marine gehörige Royal William wurde auf diese Weise behandelt, der Erfolg war ein sehr günstiger, indem dieses Schiff eine ungewöhnlich grosse Dauerhaftigkeit erwies. Trotzdem hat man bis auf die neueste Zeit das Verfahren nicht wiederholt, wahrscheinlich aus Besorgniss vor Feuergefahren. Gegenwärtig hat man es wieder aufgenommen und es sollen die sämmt-

lichen Fahrzeuge der französischen Marine auf diese Weise behandelt werden.

Man bedient sich dazu des Leuchtgases, dessen Flamme mittelst eines Gebläses auf die zu verkohlende Wand des Schiffes geleitet wird. Das Gas wird dazu in den Gasbereitungsanstalten mittelst Druckpumpen in schmiedeiserne Cylinder unter einem Druck von 11 Atmosphären gepresst. Jeder Cylinder fasst bei gewöhnlichem Drucke 0,75 Cubikmeter Gas. Die Cylinder werden auf Karren auf die Werkstatt geschafft und dort mit einem Regulator verbunden, welcher das Gas unter einem Druck von 3—4 Centimeter Wasser ausströmen lässt. Mittelst Gummischläuchen wird das Gas der betreffenden Stelle des Schiffes zugeleitet. Es brennt aus einem metallenen Brenner, in welchem nach Art der Glasbläsergebläse Luft zugeführt wird, so dass das Gemenge von Gas und Luft dann in einer mächtigen Flamme gegen die zu verkohlende Stelle getrieben wird. Pro Quadratmeter Oberfläche verbraucht man durchschnittlich 200 Liter Gas.

Dasselbe Verfahren ist mit gutem Erfolge von LAPPARENT auch angewandt, um das Innere der Schiffsräume zu desinficiren und Miasmata, die sich während langer Seereisen darin ansammeln und die Gesundheit der Passagiere gefährden, zu zerstören. Man hat sich bis dahin damit begnügt, gründliche Waschungen und Reinigungen vorzunehmen, oder hat Räucherungen mit Chlor, oder Anstriche von Chlorkalk angewandt, doch alles dieses erwies sich als ziemlich unzulänglich.

Durch die Verkohlung oder das Sengen des Holzes der Wandbekleidungen erreicht man zunächst eine rasche Verdampfung der eingesogenen Feuchtigkeit, dann eine Röstung und Tödtung der fäulnissfähigen Substanzen und der Sporen und Keime von Pflanzen und Thieren, die als Erreger von Gährungen und Fäulnissprozessen der Gesundheit gefährlich werden können, und endlich, durch eine partielle trockene Destillation des Holzes, in diesem selbst die Bildung von Essigsäure, Kreosot, Kohlenwasserstoffen und einer Reihe von antiseptisch wirkenden Stoffen.

Der benutzte Apparat ist derselbe, welcher zum Verkohlen der äusseren Schiffswände dient. Zwei Arbeiter, von denen der eine die Flamme dirigirt, während der andere das Gebläse bedient, sengen mit Leichtigkeit pro Stunde 10 Quadratmeter Oberfläche, mit einem Gasverbrauch von 200 Liter pro Quadratmeter. Ebenso wie die hölzernen Bekleidungen werden auch die Köpfe der eisernen Bolzen und sonstige Eisentheile behandelt, deren verrostete Oberfläche vorzugsweise geeignet ist, Sporen und Keimen zum Aufenthalt zu dienen; durch die ungleiche

Ausdehnung des Metalls und der Rostschicht beim Erwärmen wird diese dann häufig in grossen Stücken abgeworfen.

Auch eiserne Schiffe sind auf dieselbe Weise desinficirt worden, nur ist bei der grossen Wärmeleitungsfähigkeit des Metalls ein stärkeres Gebläse und ein grösserer Gasverbrauch erforderlich. Bei Versuchen in Woolwich wurden pro Quadratmeter Oberfläche bei eisernen Schiffen 250 Liter Gas pro Quadratmeter gebraucht. Der Rost lässt sich dann mit grosser Leichtigkeit abkratzen und das reine Metall nimmt einen neuen Oelfarbenanstrich gut an.

Da die Anwendung des Leuchtgases für viele Zwecke zu kostspielig sein würde, so hat man dasselbe theils durch Oele, die schweren Kohlenwasserstoffe des Steinkohlentheers, theils durch rohe Brennmaterialien, Steinkohlen, selbst durch Kohks ersetzt, die man in besonders construirten Apparaten so verbrennt, dass sie eine lange Flamme bilden, und verwendet nun das Verfahren der oberflächlichen Verkohlung ebenfalls zur Conservirung von Bahnschwellen, Telegraphenstangen, Zimmerholz etc.

Die schweren Steinkohlenöle sind von LAPPARENT verwendet worden. Bei der Destillation des Steinkohlentheers erhält man von 1000 Kilogramm als erstes Product 30 Kilogramm leichte Oele, bestehend aus Benzol und diesem homologen Kohlenwasserstoffen, welche zur Fabrikation der Anilinfarben dienen; als zweites Product erfolgen etwa 160 Kilogr. schwerer Oele, Kohlenwasserstoffe von hohem Siedpunkt; der Rest wird entweder zur Fabrikation eines künstlichen Heizstoffes, durch Zusammenpressen mit Kohlenklein, benutzt, oder kommt nach weiter fortgesetzter Destillation als Pech in den Handel. Die schweren Steinkohlenöle sind allerdings wohl zu Beleuchtungszwecken verwendet worden, sie eignen sich dazu jedoch nur in geringem Grade, da sie mit russender, rauchender Flamme brennen und haben daher sehr geringen Handelswerth. Diese Oele können aber mit Vortheil zum Rösten und Verkohlen des Holzes angewendet werden, da es hier auf etwas Rauch nicht ankommt und da man mittelst entsprechender Apparate den Rauch auch verbrennen und somit seine Bestandtheile zur Erhitzung ausnutzen kann.

LAPPARENT construirte zu dem Behufe eine eigene Lampe, deren Haupttheil ein grosser cylindrischer hohler Draht ist, in dessen Hohlraum mittelst eines concentrischen Rohres und eines Gebläses Luft getrieben wird, deren Sauerstoff dann die vollständige Verbrennung des Kohlenstoffs bewirkt und wodurch man eine grosse, kaum rauchende Flamme von sehr hoher Temperatur erhält, die man auf die zu verkohlenden Gegenstände leitet. Pfähle u. dergl. bringt man unmittelbar

mit ihrem unteren Ende, soweit dasselbe in die Erde versenkt wird und etwas weiter in die Flamme, grössere Gegenstände, Balken, Bahnschwellen werden von entsprechenden Trägern unterstützt, die so eingerichtet sind, dass man die Hölzer leicht drehen und wenden kann. Es lassen sich auf diese Weise aber nicht allein die verhältnissmässig rohen Werkstücke behandeln, sondern das Verfahren gestattet auch fertig gearbeitete Zimmer- und Tischlerarbeiten zu conserviren und zu härten; will man dieselben nachher mit einem Oelanstrich versehen, so ist nur ein Abschaben der gesengten Fläche erforderlich.

Die Verbrennung der Steinkohlentheeröle erfolgt leichter und gleichmässiger, wenn man diese mit ihrem gleichen Volumen der schweren, beim Eintauchen eines brennenden Spahnes sich nicht freiwillig entzündenden Petroleum- oder Solaröle mischt.

Um grössere Holzkörper, Bahnschwellen u. dergl. verkohlen zu können, hat HUGON einen Apparat construirt, der in Fig. 5 in vorderer und in Fig. 6 in Seitenansicht dargestellt ist.

Der Apparat besteht aus einem gusseisernen Cylinder A von 2 Centimeter Wandstärke, 40 Centimeter Länge und 20 Centimeter Durchmesser, oben mit einem Ansatzrohr A′ von 23 C.M. Durchmesser und 22 C.M. Höhe, letzteres dient zum Einbringen des Brennmaterials; am entgegengesetzten Ende des Cylinders findet sich eine in der Zeichnung dargestellte Oeffnung, mittelst Deckel und Schraube verschliess-

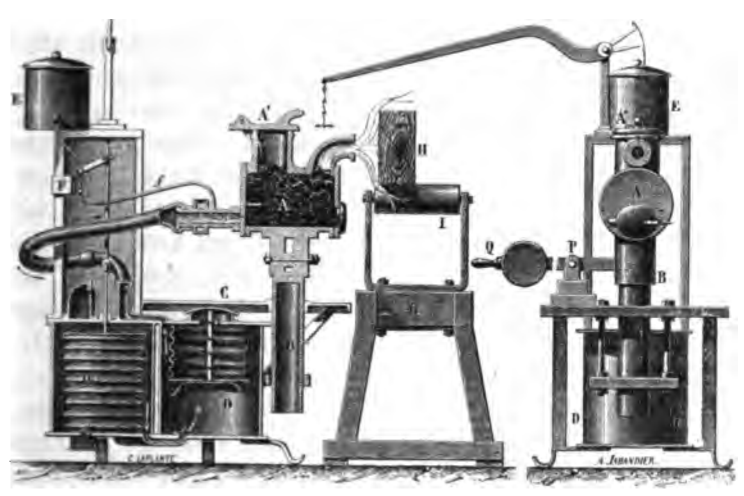


Fig. 5. Fig. 6.

bar, zum Ausziehen der Asche. Die Verbrennungsgase und die Flammen dringen aus dem im oberen Theil des Cylinders angebrachten, 5 C.M. weiten gekrümmten Röhre; endlich ist der Aschenthüre gegen-

über ein horizontales Rohr angebracht, welches durch ein Kautschukrohr mit einem Gebläse in Verbindung gesetzt wird. In dieses Windrohr mündet ein Röhrchen f, dazu bestimmt, einen feinen Wasserstrahl in das glühende Brennmaterial zu spritzen. Dieses geschieht dadurch, dass der Hebel, welcher das Gebläse treibt, auf ein in dem Wasserreservoir E befindliches Piston drückt, wodurch dann das Wasser in dem Maasse, wie das Gebläse arbeitet, in entsprechender Menge in das Feuer getrieben wird. Der Ofen A wird von dem beweglichen Cylinder B getragen, der um seine Axe drehbar ist und der es ausserdem gestattet, mittelst des Hebels P und des Gegengewichts Q den ganzen Ofen um ein Gewisses zu heben oder zu senken, um der Flamme jede beliebige Richtung geben zu können. D ist ein Gebläse mit Windkammern, durch welches ein gleichmässiger Luftstrom hervorgebracht werden kann.

Wenn der Apparat in Thätigkeit kommen soll, so bringt man zunächst durch die Aschenöffnung klein gespaltenes Holz in den Ofen A, entzündet dieses und füllt den Ofen durch die Oeffnung A′ zur Hälfte mit Brennmaterial, sämmtliche Oeffnungen bleiben frei und bewirken so durch den eintretenden Luftzug die Entzündung. Sobald dies geschehen ist, verschliesst man beide Oeffnungen und bringt das Gebläse in Gang. Die Luft beim Durchströmen der sich entzündenden Kohlen belebt die Verbrennung und treibt eine starke Flamme aus der Ausströmungsöffnung hervor. Nachdem die flüchtigen Theile der Steinkohle verzehrt sind, bleibt im Cylinder der Rest der Kohle als Kohks zurück, der fast ohne Flamme verbrennt. Beim Eintreten dieses Zeitpunktes verbindet man das Piston des Wasserreservoirs mit der Triebstange des Gebläses und öffnet den am Rohre f befindlichen Hahn, wodurch dann der Wasserstrahl in die glühenden Kohks gespritzt wird. Das Wasser verwandelt sich momentan in Dampf und dieser wird von den glühenden Kohks zersetzt in Wasserstoff und Kohlensäure, letztere in Berührung mit der glühenden Kohle nimmt Kohlenstoff auf und geht in Kohlenoxydgas über. Man erhält so ein brennbares Gasgemisch, welches als lange starke Flamme aus der Oeffnung hervorbricht. Man erzielt durch diese Verwandlung des Kohlenstoffs in Kohlenoxyd allerdings nicht die höchste nutzbare Verbrennungswärme der Kohlen, man erreicht aber den beabsichtigten Zweck und dieser ist die Erzeugung einer möglichst grossen Flamme, welche alle Theile der zu sengenden und verkohlenden Oberfläche umspülen kann. Die zu verkohlenden Schwellen H werden von dem Lager G getragen, sie ruhen auf metallenen Walzen in einem Abstande von 15 C.M. von der Ausströmungsöffnung des Ofens. Sie werden hier von der Flamme getroffen und

können, je nachdem man sie rascher oder langsamer auf dem Lager vorwärts schiebt, beliebig lange an ihren einzelnen Stellen der Hitze ausgesetzt werden. Durch die willkürliche Hebung oder Senkung des Ofens hat man es in der Hand, die Flamme gerade auf das Holz zu leiten, um so die Wärme möglichst auszunutzen.

Zur Verkohlung von cylindrischen Pfählen von 10—12 Centimeter Durchmesser, Telegraphenstangen u. dergl. dient die in Fig. 7 dargestellte Vorrichtung. Dieselbe ist bei C an dem Lager G befestigt und besteht aus einer um den Punkt O drehbaren eisernen Säule, an deren oberem Ende ein 30—40 Centimeter breites, rinnenförmig gebogenes Eisenblech befindlich ist. In diese Rinne legt man den der Flamme auszusetzenden Theil der Stange, leitet die Flamme darauf und bewegt ihn langsam vorwärts. Die Flamme nimmt einen der Krümmung des Bleches entsprechenden Verlauf, umgiebt so die Stange vollständig und sengt dieselbe ganz gleichmässig, ohne dass man gezwungen wäre, derselben eine rotirende Bewegung zu ertheilen. Um dem in den Boden einzusenkenden Ende der Stange noch eine gründlichere Verkohlung zu geben, setzt man diese, nachdem der obere Theil die Flamme passirt hat, noch einmal der vollen Wirkung der Flamme aus, was dadurch geschieht, dass man die ganze Vorrichtung mittelst des Hebels N eine Drehung um einen rechten Winkel um den Punkt O machen lässt, so dass dann das Ende der Stange völlig dem Feuer dargeboten wird.

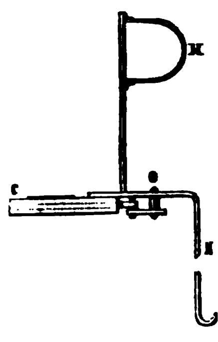


Fig. 7.

Die Administration der französischen Telegraphenlinien verwendet diese Apparate und verkohlt mit jedem derselben täglich 100 Stangen auf eine Länge von 2—3 Meter. Die Paris-Orleans Eisenbahngesellschaft hat in ihrer Werkstatt zu Vierzon vier solcher Apparate in Gebrauch zum Verkohlen der Schwellen. In 144 Arbeitsstunden werden dort 288 Schwellen mit einem Aufwand von 489 Kil. Steinkohlen verkohlt, jede Schwelle erfordert daher 0,5 Arbeitsstunde und 1,69 Kil. Steinkohle, welches einem Kostenaufwande von 0,151 Fr. entspricht. Von den Apparaten unterliegt nur der Ofen einer beträchtlicheren Abnützung, man rechnet daher 1 Centime Amortisation pro Schwelle für den Ofen. Der ganze Apparat kostet inclusive eines Reserveofens 1000 Fr. Durch Vergrösserung des Apparates, des Ofens, wie des Gebläses wird man die Verkohlung rascher ausführen und daher an Arbeitslohn sparen können. —

Anhang. Lockerung von Gesteinsmassen durch starke Erhitzung.

Beim Grubenbau in Bergwerken und bei manchen Eisenbahnbauten stösst man oft auf Gesteinsmassen, welche so hart sind, dass die Bohrlöcher nur mit grosser Mühe und bedeutendem Kostenaufwand getrieben werden können und dass man mit Sprengpulver nur sehr geringe Partien ablösen kann. In solchen Fällen kann man durch Einwirkung von Feuer den Zusammenhang des Gesteins bedeutend lockern. Es ist dies seit den ältesten Zeiten bekannt und ausgeübt, doch ist man fast ganz davon zurückgekommen, weil das früher angewandte Verfahren nur unvollkommene Resultate liefert. In neuerer Zeit hat man es jedoch mit günstigem Erfolge wieder aufgenommen und verwendet dazu einen Apparat, der dem zur Kohlung des Holzes dienenden ganz ähnlich construirt ist, aus welchem Grunde derselbe hier seine Stelle und Beschreibung finden mag.

Der Apparat ist in Fig. 8 dargestellt. A ist ein Ofen von 1,20 Meter Breite und 1,20 Meter Länge. Die vordere, der zu erhitzenden Felswand zugekehrte Seite ist 0,70 Meter hoch, die entgegengesetzte 0,40 Meter hoch. Die Ausströmungsöffnung der Flamme ist 70 Centimeter breit und 40 C.M. hoch, vor dieser Oeffnung befindet sich eine

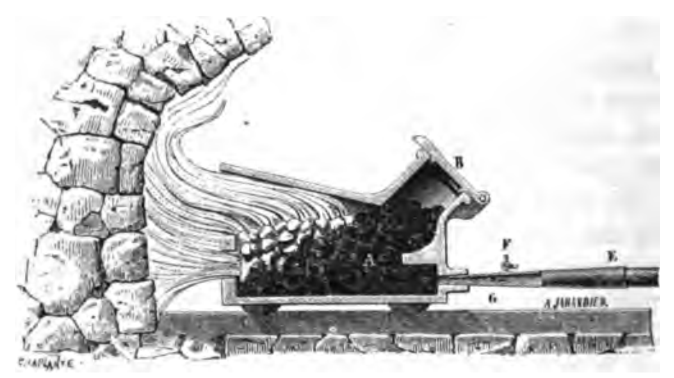


Fig. 8.

Querstange, um das Herausfallen der Kohlen zu verhüten. Der Ofen wird von 4 auf Schienen laufenden Rädern getragen. Durch einen am hinteren Ende angebrachten Hebel kann man dem Ofen eine geneigte Lage geben, um so die Flamme abwärts zu leiten, wenn dieses erforderlich ist. In dem hinteren Ende ist eine Düse G eingesetzt, welche durch eine Röhrenleitung mit einem Ventilator oder sonstigen Gebläse in Verbindung steht.

In dem Ofen entzündet man zunächst trockenes Holz, lässt ganz langsam Luft zutreten und trägt durch die Oeffnung B Steinkohlen ein; in dem Maasse, wie die ersten Partien der Kohle sich entzünden, füllt

man nach und füllt endlich den ganzen Ofen an. Nach 15—20 Minuten sind die Kohlen in vollständige Gluth gekommen, man nähert dann den Ofen dem Gesteine und lässt den Wind mit voller Kraft zutreten. Dieser führt, ebenso wie bei dem oben beschriebenen Apparat, dem Feuer Wasser zu, welches durch den Hahn F in die Düse tröpfelt, in Folge dessen bricht eine gewaltige Flamme aus der Oeffnung des Ofens hervor, bespült die Gesteinswand und erhitzt dieselbe so beträchtlich, dass schon, in Folge der ungleichmässigen Ausdehnung, nach ganz kurzer Zeit Steinbrocken sich ablösen und abspringen. Bei sehr harten Felsmassen werden die Steintrümmer häufig mit so grosser Gewalt abgestossen, dass sie den Arbeiter beschädigen können; eine Drahtmaske hat ihm Schutz des Gesichtes zu gewähren.

Sobald man bemerkt, dass das Gestein sich zerklüftet und deutliche Sprünge zeigt, bringt man den Ofen an eine andere Stelle und lässt dann die Flamme dort wirken. Das erhitzte Gestein wird mit kaltem Wasser abgeschreckt und kann dann mit Leichtigkeit beseitigt werden; stösst man wieder auf hartes Gestein, so wird der Ofen diesem wieder genähert, und so fährt man fort, soweit der Betrieb es erfordert. Es braucht kaum erwähnt zu werden, dass, wenn diese Arbeiten unter Tage geschehen, für eine gute Wetterführung zu sorgen ist, um den Arbeitern stets auslänglich reine Luft zuzuleiten.

Bei Anwendung dieses Verfahrens kann man in solchen Gesteinen, die der Sprengarbeit Schwierigkeiten entgegensetzen, das Doppelte, Dreifache bis Vierfache leisten, als mit Sprengpulver. Nur müssen für jeden besonderen Fall, je nach der Härte des Gesteines, je nach der Grösse der Fläche die Dimensionen des Ofens diesem angepasst werden. Man kann dann selbst solche Gesteine, deren Ausbringen durch Sprengarbeit nicht mehr lohnend sein würde, noch vortheilhaft fördern. Bei Versuchen zu Echallange bei silberführendem Bleiglanz im Quarze trieb man in einem Stollen während 54 Arbeitsstunden eine 2 Meter lange Strecke von 1,53 Meter Höhe und 1,30 Meter Breite.

4. Gehärtetes Holz.

Eine neue, durch LATRY in Grenelle begründete Industrie hat in neuerer Zeit eine gewisse Wichtigkeit erlangt. Sie bezweckt, die Sägspähne von Polisanderholz zu verdichten und zu formen, um daraus Imitationen der feinsten Ebenholzschnitzereien oder auch zu Mosaikarbeiten zu verwendende Fourniere, Würfel, Platten darzustellen. Die Sägspähne werden sorgfältig gesiebt, um alle gröberen Theile abzusondern, und mit ein Viertel bis ein Drittel ihres Volumens Blut vermischt, welches vorher soweit mit Wasser verdünnt worden ist, dass

die ganze Masse der Spähne vollständig von der Flüssigkeit durchfeuchtet wird. Die Mischung wird, auf Horden ausgebreitet, in einem Ofen in einem Strome warmer Luft bei einer Temperatur von 45° getrocknet.

Nach dem Erkalten erhält man eine pulverförmige Masse, die nun geformt wird. Dazu dienen starke gusseiserne Kasten, auf deren Boden die Matrize des zu formenden Gegenstandes angebracht ist. Letzterer wird mit dem Pulver gefüllt und einem Druck von 500000 Kilo ausgesetzt; der durch die Zusammendrückung des Pulvers entstehende freie Raum wird von Neuem gefüllt und Füllung und Pressung so oft wiederholt, bis die Matrize gänzlich erfüllt ist. Die comprimirte Masse wird darauf bis zu einer Temperatur von 175° erhöht, was dadurch geschieht, dass man rothglühende eiserne 6 C.M. dicke Bolzen in besondere Oeffnungen des eisernen Formkastens einschiebt, die durch Leitung die Wärme dem Metall und durch dieses der gepressten Masse mittheilen. Die hohe Temperatur und der Druck werden je nach der Grösse des zu formenden Gegenstandes 30—45—60 Minuten lang erhalten. Die Verdichtung ist so beträchtlich, dass die geformten Gegenstände ein scheinbares specifisches Gewicht von 1,300 erlangen, also ebenso dicht werden wie das festeste Ebenholz, während das Polisanderholz, von dem die Sägspähne kommen, nur ein scheinbares specifisches Gewicht 0,800 hat; ihre Härte ist so gross, dass sie sich wie Ebenholz schneiden und bearbeiten lassen. Sie lassen sich poliren und firnissen wie alle übrigen Holzwaaren. Aus diesem gehärteten Holz werden gegenwärtig eine grosse Masse der verschiedensten Artikel der Luxustischlerei dargestellt.

Die Verbindung der Holztheilchen unter einander geschieht dadurch, dass das Bluteiweiss bei einer Temperatur von 175° erweicht und nach dem Erkalten zu einer festen, harten Masse erstarrt; ausserdem wirkt dabei aber unzweifelhaft der hohe Gehalt einer harzartigen Materie mit, von welcher Payen bis zu 35 Proc. durch Alkohol aus dem Polisanderholz ausziehen konnte. Dieses schmelzbare Harz verkittet in der Wärme die Holztheilchen und hält sie nach dem Erkalten unter einander verbunden.

Stärkmehl.

1. Vorkommen, Zusammensetzung, Eigenschaften. 2. Verarbeitung der Kartoffeln auf Kartoffelmehl und Stärkmehl. Production und Conservirung der Kartoffeln; Zusammensetzung der Kartoffeln; Ermittlung des Stärkmehlgehaltes. 3. Neue Fabrikation des Kartoffelmehles. 4. Stärkmehlfabrikation und Verwendungen des Kartoffelstärkmehles und der Fabrikations-Rückstände. 6. Kartoffelkrankheit.

1. Vorkommen, Zusammensetzung, Eigenschaften.

Das Stärkmehl (Satzmehl, Stärke, Amylum, Amidam) ist ein der Cellulose nahe verwandter Körper, in der Zusammensetzung ihr gleich, in den Eigenschaften ihr ähnlich, seinem Vorkommen nach zwar nicht so massenhaft, aber doch fast ebenso verbreitet wie die Cellulose. Es ist sehr wahrscheinlich, dass es wohl keine zu den Phanerogamen gehörige Pflanze und keinen diesen angehörigen Pflanzentheil giebt, der nicht in gewissen Stadien des Wachsthums grössere oder geringere Mengen von Stärkmehl enthielte. In den grössten Mengen findet es sich in vielen der Fortpflanzung dienenden Organen abgelagert, in den Knollen und Rhizomen bei der Kartoffel und vielen ähnlichen Pflanzen, in den Samenkörnern unserer Getreidearten, in den Früchten der Kastanien. In diesen dient es dazu, den jungen Pflanzen beim Keimen die erste Nahrung zu geben, es wird dabei gelöst, umgewandelt und wird so lange verwandt, bis die junge Pflanze ihre grünen Blätter entfaltet hat und damit fähig wird, von aussen Nahrung aufzunehmen, sich selbst zu ernähren. Das Vorkommen des Stärkmehls ist aber nicht auf die der Fortpflanzung dienenden Organe beschränkt, sondern es findet sich ausserdem in vielen anderen Pflanzentheilen, im Mark der baum- und strauchartigen Gewächse, im Holzgewebe, im Parenchym vieler Gewebe. Doch ist sein Vorkommen hier nicht constant und nicht gleichmässig. Zu gewissen Zeiten findet man derartige Gewebe reichlich mit Stärkmehl erfüllt, während sie zu anderen Zeiten fast frei davon sein können. Während der Zeit der lebhaftesten Vegetation producirt die Pflanze aus den ihr dargebotenen anorganischen Stoffen organische Materie, und zwar mehr, als ihr Bedarf erfordert. Ein Theil dieser organischen Materie nimmt die Form von Stärkmehl an und

wird als solches aufgespeichert, um dann zu anderen Zeiten, wo die Pflanze nicht von aussen aufnehmen kann, aber für Neubildungen bereits Verwendung hat, als Material zu dienen, aus der sie andere Stoffe bildet.

Ausser dem Stärkmehl erfüllen die ihm ähnlichen Stoffe, Zucker, Inulin u. a., denselben Zweck und man bezeichnet sie darnach als Reservestoffe der vegetirenden Pflanze.

Das Stärkmehl bildet im jugendlichsten Zustande, sowie es in der Pflanzenzelle entsteht, stets ein rundes festes Körnchen. Es hat ein eigenthümliches Wachsthum. Es nimmt von aussen gelöste Stoffe auf, die sich durch chemische Thätigkeit des Protoplasmas bilden, wandelt diese in Stärkmehlsubstanz um und schlägt sie in sich nieder, d. h. so dass sie die Masse des Körnchens gleichförmig durchdringen und sich nach allen Richtungen hin gleichmässig zwischen die vorhandenen kleinsten Theilchen einlagern. Es erfolgt das Wachsthum nicht, wie man früher geneigt war anzunehmen, auf ähnliche Weise wie beim Krystall, wo sich die neuen Massen symmetrisch um den zuerst anschiessenden Kern vertheilen, auch nicht derart, dass sich neue Schichten im Innern des ursprünglichen Kernes anlagern, nicht durch Apposition, sondern auf die beschriebene Weise durch Intususception.

In dem Maasse, wie das Wachsthum fortschreitet, sieht man eine eigenthümliche Differenzirung der Substanz eintreten. Der ursprüngliche Kern war bei mikroskopischer Betrachtung gleichförmig in seiner ganzen Masse, bald tritt aber eine Ungleichförmigkeit ein, die sich dadurch zu erkennen giebt, dass die grösser werdenden Körner deutlich geschichtet erscheinen, und zwar derartig, dass sich Schichten stets entweder concentrisch oder excentrisch um einen Kern herumlagern, wie in den Fig. 1 u. 2 Tafel XXII angedeutet ist. In jedem Korne findet sich entweder ein oder mehrere Kerne, jeder derselben ist aber immer mit einer Lage von Schichten umgeben. Diese Schichtung beruht auf der grösseren oder geringeren Dichtigkeit des sie bildenden Materials, und diese wechselnde Dichtigkeit wird durch verschiedenen Wassergehalt der einzelnen Schichten bewirkt, so dass stets eine wasserreichere mit einer wasserärmeren Schicht abwechselt. Dabei ist aber stets die äusserste Schicht eine dichte wasserarme, darauf folgt stets eine weniger dichte wasserreiche u. s. f., bis endlich der Kern regelmässig wasserreich ist.

Das Wesen dieses Kernes ist von manchen Forschern vollständig verkannt worden. Man glaubte in ihm eine trichterförmige Oeffnung zu sehen und von dieser falschen Anschauung ausgehend sind die Zeichnungen in Fig. 2 der Tafel dargestellt. Nichts ist aber irriger als

dieses, es besteht weder eine derartige Oeffnung noch eine trichterförmige Vertiefung, sondern es ist der Kern überall von Schichten umgeben.

Diese Schichtung ist nicht bei allen Stärkmehlarten gleich leicht zu beobachten, man sieht sie deutlich bei den grossen Stärkmehlkörnern der Kartoffelknolle, vorzügliche Beobachtungs- und Demonstrationsobjecte sind die Stärkmehlkörner, welche sich in den Früchten der Kartoffel bilden.

Auf Tafel XXII sind in Fig. 3a b c d und Fig. 4 D D′ D″ durch Druck zertrümmerte Stärkmehlkörner dargestellt. Eine ähnliche Zertrümmerung erfolgt, wenn man die Körner einer hohen Temperatur von 200—210° aussetzt und sie dann mit Wasser befeuchtet. Auf Tafel XVIII sind in Fig. 13 und 14 so behandelte Körner gezeichnet, die die Schichtung sehr deutlich erkennen lassen. Wir haben in der Stärkmehlsubstanz aber nicht allein diese auf verschiedenem Wassergehalt beruhende Schichtung zu berücksichtigen, die ihre Form bedingt, sondern wir müssen nach den Untersuchungen von Nägeli, die von Vielen bestätigt sind, auch annehmen, dass die Stärkmehlsubstanz aus zwei chemisch verschiedenen, wiewohl gleich zusammengesetzten Substanzen besteht. Lässt man gewisse Lösungsmittel, z. B. thierischen Speichel bei einer Temperatur von 40—47°, verdünnten Malzextract, ganz verdünnte Säuren längere Zeit auf Stärkmehl einwirken, so geht der grösste Theil desselben in Lösung. Der Rückstand ist scheinbar unverändert, im Volumen etwas verkleinert, die Schichtung tritt deutlicher und stärker hervor. Behandelt man den Rückstand mit Jodlösung so zeigt er aber ein ganz anderes Verhalten als das ursprüngliche Korn. Dieses färbt sich mit Jod intensiv blau, der Rückstand giebt diese Färbung nicht mehr, wenn die Einwirkung des Lösungsmittels genügend lang gedauert hat. Die blaue Färbung tritt aber sofort ein, wenn man einen Tropfen concentriter Schwefelsäure zufliessen lässt. Es besteht demnach das Stärkmehl aus einem leichtlöslichen, sich mit Jod blau färbenden und aus einem nicht löslichen sich mit Jod erst auf Zusatz von Schwefelsäure färbenden Theil, von denen der letztere sich also ebenso wie die Cellulose verhält. Hiernach unterscheidet Nägeli die Bestandtheile als Stärkmehl-Cellulose und Stärkmehl-Granulose. Die letztere überwiegt der Quantität nach sehr, ihr verdankt das unveränderte Stärkmehlkorn die Eigenschaft sich mit Jod blau zu färben. Beide Stoffe sind durch die ganze Substanz des Stärkmehls vertheilt, und nicht etwa in den Schichtungen getrennt abgesondert.

Das Wachsthum der Stärkmehlkörner erfolgt nicht bei allen Pflanzenarten gleichmässig, die eine liefert grössere Körner wie die andere, bei der

einen werden sie mehr kuglich, bei der anderen linsenförmig, manche sind ganz unregelmässig rundlich, manche durch gegenseitigen Druck stellenweis abgeplattet, polyedrisch, manche nehmen die Form von Stäbchen an. Nach der Form der meisten Stärkmehlarten kann man auf ihren Ursprung schliessen.

Auf Tafel XXI sind verschiedene Formen des Stärkmehls dargestellt.

1) Stärkmehl der Canna gigantea; abcd im normalen Zustande, f f′ f″ theilweise durch den Vegetationsprozess gelöst und angegriffen. Die grössten Körner erreichen einen Längendurchmesser von 0,175 MM.

2) Stärkmehl von Maranta arundinacea, bis 0,130 MM. Grösse; abcd normale Körner; ef angegriffen; g äusserste, durch Druck abgelöste Schicht eines Kornes.

3) Aus den Cotyledonen von Bohnen, grösste Länge 0,075 MM.; bei aa′, bb′, cc′, dd′ ist jedesmal dasselbe Korn in verschiedenen Lagen dargestellt, wodurch seine verschiedenen Dimensionen deutlich werden; ausserdem sind zertrümmerte Körner dargestellt.

4) Aus den Knollen von Oxalis crenata, Längendurchmesser 0,085 MM.

5) und 6) Isolirte und zusammengewachsene Körner von Cycas circinalis (Sagopalme). Die grössten werden 0,050 MM. lang.

7) Waizenstärkmehl, 0,045—0,050 MM.; aa′a″ dasselbe Korn in verschiedenen Lagen, es zeigt dies die länglich linsenförmige Gestalt.

8) Dasselbe nach dem Erhitzen auf 210°, darauf mit Alkohol von 0,850 spec. Gew. behandelt.

9) Dasselbe nach dem Verdampfen des Alkohols, durch den Wassergehalt desselben zersprengt.

10) Dasselbe mit mehr Wasser behandelt, wodurch die Schichten abgelöst werden.

11) Sago des Handels; ein Theil der Stärkmehlkörner ist, durch die bei der Bereitung des Sagos angewandten Wärme, gequollen und zertrümmert.

12) Weisser Sago. Die Zertrümmerung der Körner zeigt die Einwirkung von Feuchtigkeit und Wärme.

13) Maisstärke ab und cd zwei zusammenhängende Zellen aus der Hornschicht des Perisperms, beide mit Stärkmehl strotzend erfüllt, die Körner haben durch gegenseitigen Druck polyedrische Gestalt angenommen; e drei zusammenliegende Körner, f isolirte Körner aus dem mehligen Theil des Samens; die grössten haben einen Durchmesser von 0,025 MM.

14) Aus der Hyacinthenknolle, theils einfache, theils Doppelkörner; grösster Durchmesser 0,045 MM.

15) Dasselbe durch den Keimungsprozess der Knolle angegriffen.

16) Aus der Batate, einfache Körner und auseinander gefallene Doppelkörner; Durchmesser 0,040 MM.

17) Dieselben nach dem Erhitzen auf 210° in Alkohol, wodurch der Kern der einzelnen Körnchen deutlicher hervortritt.

18) Dieselben beim Verdunsten des Alkohols zerfallend.

19) Stärkmehl der Orchis bifolia, einzelne Körner mit zwei Kernchen; manche zeigen nach zwei Seiten hin eine Zuspitzung.

20) Aus Orchis latifolia, eiförmige, birnförmige Körner mit einem oder zwei Kernen.

21) Kartoffelstärkmehl aus einer Knolle während des Keimungsprozesses. Die grossen Körner werden dabei aufgelöst und es entstehen junge Körner, theils isolirt, theils zu zweien zusammengewachsen; einzelne sind durch eine 0,5 procentige Natronlösung angegriffen und zum Quellen gebracht, wobei die äusserste Schicht zerreisst und der quellende Inhalt hervordringt.

22) Stärkmehl von Cactus peruvianus: rundliche, einfache, doppelte und zusammengesetzte Körner; 0,025—0,030 MM. Durchmesser.

23) Stärkmehl von Sorghum saccharatum, polyedrische Körner; die grössten 0,030 MM. Durchmesser.

24) Aus den Körnern von Aponogeton distachyon, rundliche und polyedrische Körner, zerspalten.

25) Dieselben durch verdünnte Natronlösung gequellt.

26) Von Cactus Cereus grandiflorus, 0,020 MM. Durchmesser.

27) Von Cactus brasiliensis, doppelte und dreifache Körner; Durchmesser 0,018 MM.

28) Stärkmehl der Frucht von Panicum italicum, manche Körner polyedrisch, verwachsen.

29) Cactus flagelliformis, 0,015 MM. Durchmesser.

30) Echinocactus erinaceus, 0,012 MM. Durchmesser.

31) Cactus opuntia tuna, 0,010 MM. Durchmesser.

32) Stärkmehl aus der Rinde von Aylanthus glandulosa, 0,007—0,008 MM. Durchmesser.

33) Von Cactus currasavicus.

34) Aus der Pastinakwurzel 0,007 MM. Durchmesser.

35) Von Cactus opuntia ficus indica.

36) Von Cactus serpentinus, Doppelkörner, 0,007 MM. Durchmesser.

37) Von Cactus monstruosus.

38) Stärkmehl der Hirse (Panicum milliaceum), manche Körner polyedrisch; 0,009 MM. Durchmesser. Die grösseren in der Ecke der Zeichnung dargestellten Körner sind durch Natron gequellt.

39) Von Cactus mamillaria discolor, manche Doppelkörner 0,008 MM. Durchmesser.

40) Stärkmehl aus dem Samen der Rübe, kuglige Körner, von denen die grössten einen Durchmesser von 0,004 MM. haben.

41) Stärkmehl aus dem Samen von Chenopodium quinoa*, kuglig von höchstens 0,002 MM. Durchmesser.

Eigenschaften des Stärkmehls. Die unveränderten Stärkmehlkörner sind bei gewöhnlicher Temperatur und bei gewöhnlichem Luftdruck in Wasser unlöslich, sie absorbiren aber verschiedene Mengen von Wasser und halten diese so fest, dass Payen darnach verschiedene chemische Verbindungen von Stärkmehl und Wasser annimmt. Das im luftleeren Raume bei einer Temperatur von 120—140° getrocknete Stärkmehl ist wasserfrei. In diesem Zustande bezeichnet Payen seine Zusammensetzung durch die Formel

$$C^{12}H^{9}O^{9} . HO \text{ oder } C^{12}H^{18}O^{9} . H^{2}O$$

wobei das eine Atom Wasser als Verbindungswasser betrachtet wird, welches durch Basen vertreten werden kann. Das wasserfreie Stärkmehl ist ein sehr bewegliches Pulver von äusserst hygroskopischer Beschaffenheit. Es absorbirt äusserst rasch Feuchtigkeit aus der Luft und geht dabei in das erste Hydrat über, als welches es ausser dem Verbindungswasser noch 2 At. Wasser enthält, also nach der Formel $C^{12}H^{9}O^{9} . HO + 2HO$ oder $C^{12}H^{18}O^{9} . H^{2}O + 2H^{2}O$ zusammengesetzt ist; in dieser Verbindung erhält man es auch, wenn man es im luftleeren Raume bei 10—15° trocknet.

Längere Zeit der freien Luft ausgesetzt nimmt das Stärkmehl weitere 2 Atome Wasser auf und enthält dann 18 Proc. seines Gewichts Wasser; in diesem Zustande ist das gewöhnliche Stärkmehl des Handels. In einer mit Feuchtigkeit gesättigten Atmosphäre geht die Wasserabsorption so weit fort, bis eine Verbindung mit 10 Atomen oder 35 Proc. Wasser entsteht. Die einzelnen Körnchen haften dann zusammen, gehen nicht mehr durch ein feines Sieb und lassen sich durch Drücken zwischen den Händen zu Klumpen ballen. Endlich kann das Stärk-

* Diese Samen bildeten nebst der Kartoffel das mehlige Nahrungsmittel der Einwohner Peru's zur Zeit der Eroberung. Die Kartoffel hat von allen Früchten die grössten, das Chenopodium quinoa die kleinsten Stärkmehlkörner.

mehl noch mehr Wasser binden und bildet das sogenannte grüne Stärkmehl, wie man es erhält indem man von einem Stärkmehlbrei einfach das Wasser freiwillig abtropfen oder von Gipsplatten aufsaugen lässt, es enthält so 45 Proc. Wasser. Wenn man das grüne Stärkmehl in kleinen Partien auf bis 140 oder 150° erwärmte Platten wirft, so schwellen die Körner plötzlich an und verkitten sich unter einander; diese Eigenschaft benützt man technisch um aus Kartoffelstärkmehl gewisse exotische Stärkmehlsorten, welche als Tapioca in den Handel kommen, nachzuahmen. Ein grosser Theil des Stärkmehls wird als grüne Stärke in den Handel gebracht.

Die einzelnen Verbindungen des Stärkmehls mit Wasser haben folgende Zusammensetzung:

Bezeichnung.	Formel.	Procentische Zusammenstellung.	
		Wasserf. Stärkmehl.	Wasser.
Wasserfrei (nur in Verbindungen) . . .	$C^{12}H^{9}O^{9}$ $C^{12}H^{18}O^{9}$	—	—
Bei 150° im luftleeren Raume getrocknet .	$C^{12}H^{9}O^{9}.HO$ $C^{12}H^{18}O^{\prime\prime}.H^{2}O$	100	—
Bei 15° im luftleeren Raume getrocknet .	$C^{12}H^{9}O^{9}.HO+2HO$ $C^{12}H^{18}O^{9}.H^{2}O+2H^{2}O$	90	10
Luftrocken	$C^{12}H^{9}O^{9}.HO+4HO$ $C^{12}H^{18}O^{9}.H^{2}O+4H^{2}O$	81,82	18,18
In feuchter Luft bewahrt	$C^{12}H^{9}O^{9}.HO+10HO$ $C^{12}H^{18}O^{9}.H^{2}O+10H^{2}O$	64,39	35,71
Grüne Stärke . . .	$C^{12}H^{9}O^{9}.HO+15HO$ $C^{12}H^{18}O^{9}.H^{2}O+15H^{2}O$	54,55	45,45

Es erscheint uns sehr zweifelhaft ob diese verschieden wasserhaltigen Stärkmehle als wirkliche chemische Verbindungen aufzufassen seien, da das Wasser so ungemein lose daran haftet, dass es bei der geringsten Temperaturveränderung, ja bei jeder Veränderung des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft aus diesen angeblichen Verbindungen entweicht. Es ist vielmehr nur PAYEN's trockenes Stärkmehl als eine constante Verbindung von der Formel $C^{12}H^{10}O^{10}$ oder $C^{1}H^{20}O^{10}$ aufzufassen. Diese Verbindung hat die Eigenschaft hygroskopischer Körper Wasser zu verdichten und dieses je nach der aufgenommenen Menge mit grösserer oder geringerer Energie zurückzuhalten, wie es alle hygroskopischen Körper, z. B. Wolle, Seide, die meisten vegetabilischen Stoffe thun. Möglicherweise kann man einen Unterschied sta-

tuiren und annehmen, dass ein Theil des Wassers durch blosse Oberflächen-Attraction, ein anderer Theil durch das Imbibitions-Vermögen der wasserreicheren Schichten des Kornes gebunden sei.

Da der Werth des Stärkmehls je nach seinem wechselnden Wassergehalt ein sehr verschiedener ist, so sollte man beim Ankauf denselben stets berücksichtigen und im Handel die Waare nur nach ihrem wirklichen Stärkmehlgehalt bezahlen, gerade ebenso wie der Spiritus nur nach seinem Alkoholgehalt bezahlt wird. Zur Bestimmung dieses Wassergehaltes ist von SCHEIBLER eine leichte und einfache Methode angegeben, welche selbst von jedem Praktiker ausführbar ist. Sie gründet sich darauf, dass Stärkmehl, welches mehr als 11,4 Proc. Wasser enthält, den Ueberschuss leicht an Spiritus von 90° Tr. = 0,8339 spec. Gew. abgiebt, während ein wasserärmeres Stärkmehl selbst aus diesem Spiritus soviel Wasser aufnimmt, bis es auf einen Wassergehalt von 11,4 Proc. gekommen ist. Die Vergrösserung oder Verringerung des Wassergehaltes des angewandten Spiritus drückt sich durch die Veränderung seines specifischen Gewichtes aus und dieses wird somit zu einem Maassstabe für den Wassergehalt des angewandten Stärkmehls. Zur Ausführung der Bestimmung wägt man 1 Theil Stärkmehl ab, übergiesst dieses mit dem doppelten Gewicht von Spiritus, der bei der Normaltemperatur genau 90° Tr. hat, schüttelt während einer Stunde häufig um, filtrirt und bestimmt dann das specifische Gewicht des abfliessenden Spiritus. Zur Vereinfachung kann man die Wägung des Spiritus durch Abmessen ersetzen. Auf je 100 C.C. Spiritus von 90° Tr. = 83,39 Grm. hat man dann $\frac{83,39}{2} = 41,7$ Grm. Stärkmehl abzuwiegen.

Die so durch Stärkmehle von verschiedenem Wassergehalt herbeigeführten Veränderungen des specifischen Gewichtes des Alkohols sind durch eine Reihe von Versuchen ermittelt und darnach ist folgende Tabelle berechnet. Man braucht daher nur die der Zahl für das nach der Behandlung beobachtete specifische Gewicht am nächsten stehende Zahl der Tabelle aufzusuchen und findet dann unmittelbar daneben den gesuchten Wassergehalt der untersuchten Stärkmehlprobe.

Wassergehalt des Stärkmehls. Proc.	Spec. Gewicht des Alkohols.	Wassergehalt des Stärkmehls. Proc.	Spec. Gewicht des Alkohols.	Wassergehalt des Stärkmehls. Proc.	Spec. Gewicht des Alkohols.
0	0,8226	22	0,8455	44	0.8643
1	0,8234	23	0,8465	45	0,8651
2	0,8243	24	0.8474	46	0,8657
3	0,8253	25	0.8484	47	0,8665
4	0,8262	26	0,8493	48	0,8673
5	0,8271	27	0,8502	49	0,8680
6	0,8281	28	0,8511	50	0,8688
7	0,8291	29	0,8520	51	0,8695
8	0,8300	30	0,8529	52	0,8703
9	0,8311	31	0,8538	53	0,8710
10	0.8323	32	0,8547	54	0,8716
11	0,8335	33	0,8555	55	0,8723
12	0,8346	34	0,8563	56	0,8731
13	0,8358	35	0,8571	57	0,8738
14	0,8370	36	0,8579	58	0,8745
15	0,8382	37	0,8587	59	0,8753
16	0,8394	38	0,8595	60	0,8760
17	0,8405	39	0,8603	61	0,8767
18	0,8416	40	0,8612	62	0,8775
19	0,8426	41	0,8620	63	0,8783
20	0,8436	42	0,8627	64	0,8791
21	0,8446	43	0,8635	65	0,8798

Das vollkommen trockene Stärkmehl lässt sich bis 160° erhitzen, ohne dass eine Veränderung mit ihm vorgeht; bei 200° nimmt es eine bräunlich gelbe Farbe an und verwandelt sich, ohne dabei sein Gewicht zu verändern in das ihm gleich zusammengesetzte Dextrin, welches in kaltem Wasser löslich ist. Etwas feuchtes Stärkmehl mit einem Wassergehalt von 18—20 Proc. erleidet diese Veränderung schon bei 160°, namentlich wenn man in geschlossenen Gefässen arbeitet und so die Verdunstung des Wassers verhütet.

Beim Kochen mit Wasser, in dem Verhältniss von 1 Theil Stärkmehl auf 200 Theil Wasser, quillt das Stärkmehl soweit auf, dass es sich zu lösen scheint. Die Flüssigkeit geht fast klar durch ein Filter. Es handelt sich jedoch hier weniger um eine wirkliche Lösung als um eine ausserordentlich weit gehende Quellung, denn es lässt sich das scheinbar gelöste Stärkmehl aus der Flüssigkeit wieder abscheiden. Dies geschieht indem man die Flüssigkeit wiederholt Gefrieren und Aufthauen lässt. Das Wasser sondert sich dabei von dem Stärkmehl und dieses scheidet sich in Form von unlöslichen Flocken wieder ab. Ebenso kann man eine Trennung des Wassers von dem scheinbar

gelösten Stärkmehl herbeiführen, wenn man die Wurzeln lebender Pflanzen in die Flüssigkeit bringt. Diese saugen nur wirklich gelöste Theile auf, also das Wasser und es lagern sich an den Wurzeln Stärkmehlflocken ab.

In 12—15 Theilen Wasser vertheiltes Stärkmehl kann auf 55° erwärmt werden, ohne dass irgend eine Veränderung eintritt; bei 57° fangen die jüngsten Körner an zu quellen, in dem Maasse wie die Temperatur steigt zeigen auch die übrigen Körner Quellung. Bei 72° verdickt sich die Flüssigkeit sehr beträchtlich, die Consistenz vermehrt sich mehr und mehr, bis die Flüssigkeit den Siedpunkt erreicht. Bei dieser Temperatur ist das Stärkmehl vollständig in Kleister verwandelt.

Bei dem Quellen streben die Stärkmehlkörner ihr Volum auf das 25—30fache zu vergrössern; hierauf beruht die Consistenz des Kleisters und dieser wird um so dicker werden je weniger Raum die Körner zu der Volumvermehrung in der Flüssigkeit finden, sie drücken und pressen sich dabei aneinander und bilden schliesslich eine zusammenhängende, formlose Masse. Beim Erkalten zieht sich der Kleister zusammen, wird härter und kann bei hoher Consistenz spalten und reissen. Diese Contraction erreicht ihr Maximum beim Gefrieren, es tritt dabei eine Trennung der krystallisirenden Wassertheilchen und der Stärkmehltheilchen ein, nach dem Aufthauen verbinden sich beide nicht wieder, sondern das Wasser fliesst ab und das desorganisirte Stärkmehl bleibt in Form einer verfilzten Masse zurück, die beim Trocknen Perlmutterglanz annimmt. Wenn das Stärkmehl zu billigem Preise darstellbar wäre, so könnte diese Materie manche Verwendung bei Cartonnage-Arbeiten finden.

Lösungen von Kali und Natron verwandeln das Stärkmehl schon in der Kälte in Kleister; es genügt Kartoffelstärkmehl mit einer 2 Procent Aetznatron haltenden Flüssigkeit zusammenzubringen, um es bis auf das 75fache des ursprünglichen Volumens quellen zu machen. Man machte von dieser Eigenschaft bei der Mehluntersuchung Gebrauch. Wir werden darauf später zurückkommen.

Von den Alkalien bewirkt das Ammoniak keine Kleisterbildung. Fügt man zu einer Lösung von Ammoniaksalzen eine Spur Stärkmehl und dann tropfenweis Natronlösung, so bleibt das Stärkmehl so lange unverändert bis die Gesammtmenge des Ammoniaksalzes zersetzt ist; bei geringem Ueberschuss von Natron sieht man die einzelnen Körner sofort quellen.

Manche Säuren, Schwefelsäure, Salzsäure, Salpetersäure bringen in der Kälte Quellung hervor, z. B. Schwefelsäure von 30 Proc.

Ebenso quillt das Stärkmehl nach Payen in manchen concentrirten

Salzlösungen; Jodkalium und Bromkalium in gesättigten oder zur Hälfte verdünnten Lösungen verwandeln es in der Kälte in einen consistenten Kleister. Andere Salze z. B. Chlorkalium sind ohne alle Wirkung.

Die weitere Einwirkung der Säuren auf das Stärkmehl ist eine sehr verschiedene je nach der Concentration und je nach der dabei angewandten Temperatur. Erhitzt man Stärkmehl mit sehr verdünnten Säuren (1—2 Proc.) zum Sieden, so findet keine Kleisterbildung statt, nach einiger Einwirkung bildet sich eine völlige Lösung, in der zuerst ein modificirtes, in Wasser lösliches Stärkmehl enthalten ist, dieses verwandelt sich in Dextrin und dieses geht nach und nach in Traubenzucker über, so dass schliesslich alles Stärkmehl in diese Zuckerart verwandelt wird.

Genau dieselbe Wirkung wie durch verdünnte Säuren bei hoher Temperatur wird durch eine Reihe verschiedener Stoffe, über deren Natur wir allerdings noch nichts näheres wissen, herbeigeführt. Z. B. durch einen als Diastas bezeichneten Stoff, der sich beim Keimen der Getreidekörner bildet, durch eigenthümliche Stoffe, welche sich im Mundspeichel und Bauchspeichel der Menschen und Thiere finden. Von der Einwirkung des sogenannten Diastas machen wir in der Branntweinbrennerei und Bierfabrikation Gebrauch, von der der Speichelstoffe ist die Verdaulichkeit des Stärkmehls bedingt.

Concentrirte Schwefelsäure mit Stärkmehl zusammengerieben verwandelt es in eine schleimige, in Wasser lösliche Substanz, in Stärkmehlschwefelsäure. Neutralisirt man die wässerige Flüssigkeit mit Basen, z. B. mit Kalk, so entstehen lösliche, nicht krystallisirbare Salze der Stärkmehlschwefelsäure. Verdünnt man das Gemisch von concentrirter Schwefelsäure und Stärkmehl mit Alkohol, so wird die Stärkmehlschwefelsäure zersetzt und es scheidet sich eine schmierige, knetbare Masse aus; behandelt man diese mit Wasser, so löst sich der grösste Theil derselben auf, die klare filtrirte Flüssigkeit lässt auf Zusatz von Alkohol weisse Flocken fallen, die in kaltem Wasser wieder löslich, in Alkohol aber unlöslich sind. Diese Substanz ist ein modificirtes Stärkmehl, von derselben Zusammensetzung wie das unveränderte, von diesem aber insofern verschieden als es in kaltem Wasser löslich ist, aber keinen Kleister bildet. Dieses lösliche Stärkmehl bildet sich unter verschiedenen Umständen, bei der Einwirkung ganz concentrirter Essigsäure, Eisessig, in der Kälte, bei der Umwandlung durch verdünnte Säuren etc. Wahrscheinlich ist die Beobachtung, dass Stärkmehl bei anhaltendem Reiben mit wenig Wasser eine Lösung

giebt, jedenfalls auf die durch die Wirkung der Reibungswärme veranlasste Entstehung dieser löslichen Modification zurückzuführen.

Ganz concentrirte Salpetersäure (spec. Gew. 1,52) löst das Stärkmehl schon in der Kälte. Verdünnt man mit Wasser so scheidet sich ein weisses Pulver ab, welches nach dem Trocknen durch Schlag explodirt. Diese Substanz ist als Xyloidin bezeichnet und hat dieselbe Zusammensetzung und dieselben Eigenschaften wie das analoge Product der Cellulose auf welches wir später zurückkommen werden.

Ganz verdünnte Salpetersäure verhält sich wie oben für die Säuren im allgemeinen erwähnt.

Mässig concentrirte Salpetersäure löst das Stärkmehl beim Kochen und verwandelt es vollständig in Oxalsäure.

Bringt man eine Lösung von Jod in Wasser, in Jodkalium oder verdünntem Weingeist mit Stärkmehl in Berührung, so färbt dieses sich, sei es im unveränderten, oder im gequollenen Zustande, oder in der löslichen Modification, sofort blau. Je nach der Menge von Jod und Stärkmehl ist diese Färbung mehr oder weniger intensiv, bei Spuren hellblau, bei grossen Mengen beider fast schwarz. Eine Lösung von Jod in absolutem Alkohol bewirkt keine Bläuung, sofort aber auf Zusatz von Wasser. Auf dieser Reaction beruht die Erkennung des Stärkmehls, namentlich bei mikroskopischen Untersuchungen und seine Unterscheidung von anderen Stoffen.

Sehr verdünnte Stärkmehlhaltige Flüssigkeiten, Kleister, in welchem nur $^1/_{500}$ Stärkmehl, werden auf Zusatz von Jod blau gefärbt, es scheint dann die Jodstärke völlig gelöst; löst man in solchen Flüssigkeiten aber Salze auf, so wird, in dem Maasse wie die Concentration zunimmt, die Jodstärke unlöslich daraus abgeschieden.

Unter dem Einfluss des Lichtes wird die im Wasser vertheilte Jodstärke entfärbt, weil das Jod in Jodwasserstoffsäure übergeführt wird; Ozon und alle oxydirend wirkenden Stoffe bringen die Blaufärbung wieder hervor. Alle Alkalien selbst das Ammoniak entziehen der Jodstärke das Jod und entfärben sie, auf Zusatz von Säuren tritt die Färbung wieder hervor.

In Wasser vertheiltes Jodstärkmehl wird beim Erhitzen auf 66° entfärbt, beim Erkalten tritt aber die blaue Färbung wieder ein. Man kann diesen Versuch mit demselben Erfolge mehrmals wiederholen, schliesslich erscheint aber die blaue Farbe nicht wieder, weil das Jod beim Erwärmen sich verflüchtigt; ein neuer Zusatz von Jod färbt die zurückbleibende Stärke wieder.

Die Reaction zwischen Jod und Stärkmehl tritt nur ein, wenn beide im freien Zustande vorhanden sind, so giebt z. B. Jodkalium mit

Stärkmehl und Stärkmehl-Kalk mit Jod keine blaue Farbe. Scheidet man aber aus letzterem durch Zusatz irgend einer Säure den Kalk ab und macht damit das Stärkmehl frei, so beobachtet man sofort die blaue Farbe; ebenso findet die Reaction statt wenn man aus dem Jodkalium das Jod frei macht, z. B. durch Chlor, Ozon, salpetrige Säure, nicht aber durch Chlorwasserstoffsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure, welche nicht Jod, sondern Jodwasserstoffsäure aus Jodkalium abscheiden. Jodkalium und Stärkmehl zusammen bilden daher ein Reagens für Chlor, Ozon, salpetrige Säure.

Das verschiedene Verhalten von Stärkmehl, Dextrin und Zucker gegen Jod gestattet die Umwandlung des Stärkmehls durch verdünnte Säuren, Diastas, Speichel etc. zu verfolgen. Anfangs, solange noch unverändertes oder modificirtes Stärkmehl vorhanden ist, entsteht die intensive blaue Farbe; ist das Stärkmehl fast vollständig in Dextrin übergeführt, so erscheint eine eigenthümliche rothe Färbung auf Zusatz von Jod; ist endlich nur noch Zucker zugegen, so wird die Flüssigkeit nicht mehr verändert, da Zucker mit Jod sich nicht färbt. Diese Prüfungen dürfen, wegen der in der Wärme stattfindenden Entfärbung der Jodstärke, nur in kalten Flüssigkeiten vorgenommen werden.

Das Stärkmehl hat die Eigenschaft sich mit manchen Basen zu verbinden. Wenn man 6 Th. Natronhydrat in 200 Th. Wasser gelöst mit 25 Th. in 100 Th. Wasser suspendirtem Stärkmehl zusammenbringt, so bildet sich nach ganz kurzer Zeit eine Verbindung von Natron mit Stärkmehl in Form einer durchsichtigen, farblosen Gallerte. Vermischt man diese mit 7 Th. Chlorcalcium, in 100 Th. Wasser gelöst, so findet ein Austausch der Bestandtheile statt, es bildet sich Stärkmehl-Kalk, der sich als dicke, weisse, unlösliche klumpige Masse abscheidet, während die Flüssigkeit Chlornatrium enthält. Auf ähnliche Weise entstehen mit anderen Basen eine Reihe von Verbindungen, in denen die Gegenwart des Stärkmehls durch Jod nicht nachgewiesen werden kann, aus denen Säuren aber unverändertes Stärkmehl abscheiden.

Gegen ammoniakalische Kupferlösung (SCHWEITZER's Cellulose-Reagens) zeigt das Stärkmehl ein eigenthümliches Verhalten. Wenn man es mit dem 40fachen seines Volumens dieser Lösung übergiesst und damit 6 Stunden stehen lässt, so quillt es bis zum zehnfachen des ursprünglichen Volumens an; bei mikroskopischer Betrachtnng erscheinen die Körner durchscheinend, bläulich. Die Substanz giebt beim Auswaschen mit Ammoniak Kupferoxyd ab, setzt man das Waschen so lange fort bis fast alles Kupferoxyd gelöst ist, so löst das dabei zurück-

bleibende Stärkmehl sich dann ebenfalls in Wasser und Ammoniak. Es ist mithin das Stärkmehl in die lösliche Modification übergeführt. Wäscht man nicht mit Ammoniak, sondern nimmt man den Ueberschuss der angewandten Kupferlösung durch Waschen mit Wasser fort, so löst sich das Stärkmehl und es bleibt dann eine grünliche Verbindung, Stärkmehl-Kupferoxyd, mit einem Gehalt von 12—13 Proc. Kupferoxyd zurück. Man erhält diese Verbindung unmittelbar, wenn man dünnen Kleister in ammoniakalische Kupferoxydlösung giesst.

Fügt man zu dieser Verbindung Salzsäure, so wird sie sofort zersetzt und verwandelt sich je nach der Menge des vorhandenen Wassers entweder in eine gallertartige Substanz oder löst sich vollständig auf. Durch Zusatz von Weingeist kann das Stärkmehl dann aus der Gallert, oder aus der Lösung abgeschieden werden; es wird durch Jod blau gefärbt. Eine Umwandlung in Dextrin findet dabei nicht statt.

2. Verarbeitung von Kartoffeln zu Kartoffelmehl und Stärkmehl.

Production und Conservirung der Kartoffel. Die Kartoffel ist unzweifelhaft eine der nutzbarsten Früchte des landwirthschaftlichen Betriebes, insofern sie als Hackfrucht den Boden für die nachfolgende Frucht in einem vortrefflich bearbeiteten und gelockerten Zustande hinterlässt und sich durch lohnende Erträge auszeichnet. Wenn man die mittleren Erträge verschiedener Früchte vergleicht, so zeigt sich, dass die Kartoffel in Bezug auf die Massenproduction an organischer Substanz oben an steht.

	Mittlerer Ertrag pro Hectare Kilo:	Gehalt an Trockensubstanz Kilo:
Kartoffeln	21—28000	5250—6562
Topinambur	19—23700	3839—4798
Futterrüben	30—40000	4500—6000
Steckrüben	18—22500	1115—1395
Weizen	12—1500	1080—1350

Je nach dem Boden und der Witterung ist der Ertrag an Kartoffeln und namentlich deren Gehalt an nutzbarer Materie, vorzüglich an Stärkmehl verschieden, so dass man kaum irgendwie allgemein gültige Angaben über den Ertrag an Stärkmehl machen kann.

Nach Angaben Payen's erhält man in Frankreich von den einzelnen Sorten durchschnittlich folgende Erträge:

	Ertrag an Knollen pro Hectare Kilo:	Ertrag an Stärkmehl Kilo:
Gelbe Patraque	23000	5300
Shaw d'Ecosse	20000	4400
Tardive d'Island	35000	4310
Ségonzac	20000	4160
Sibérie	25000	3500

Die Rohan-Kartoffel ist noch ergiebiger, ihre Knollen sind aber sehr wässrig und werden daher von den Fabrikanten nicht geschätzt. Shaw d'Ecosse, eine sehr beliebte Frühkartoffel, wird zum grössten Theil direct dem menschlichen Consum übergeben, die Fabrikanten bedienen sich ihrer gern, weil sie bei ihrer Frühreife einen zeitigen Anfang des Betriebes gestattet.

Der Stärkmehlgehalt der geernteten Kartoffeln bleibt nicht unveränderlich, sondern nimmt durch die Lebensthätigkeit der Knollen ständig ab. Bei der Aufbewahrung erwärmen sie sich, beginnen zu keimen, lassen Triebe und Wurzeln hervorbrechen. Alle diese Vorgänge beruhen auf Zellbildungsprozessen, es ist das Stärkmehl, welches das Material dazu liefert, indem es in Cellulose verwandelt wird, aus der die Membran der Zellen besteht. Daher kommt es, dass man bei der Stärkmehlfabrikation aus Kartoffeln, die kurz nach der Ernte 17—18 Proc. gewinnen liessen, im Januar und Februar nur 15 Proc., im März und April nur noch 13 Proc. erhält. Aus diesem Grunde sucht man immer durch zweckentsprechende Aufbewahrung die Veränderungen möglichst zu unterdrücken, und ausserdem den Betrieb so einzurichten, dass derselbe etwa 4 Monat nach der Ernte beendigt ist.

Um die Kartoffeln, so weit es möglich ist, vor freiwilligen Veränderungen zu bewahren, hat man sie in trockenen Räumen, deren Temperatur genügend niedrig ist, aber nicht auf den Gefrierpunkt sinkt, und welche möglichsten Schutz vor Temperaturschwankungen gewähren, aufzubewahren. Es dienen dazu Keller, Erdgruben, Mieten, Silos. Man hat dabei zu vermeiden, dass beim Einmieten kranke, angefaulte, äusserlich beschädigte Knollen mit den gesunden zusammen eingemietet werden, weil diese, die den Keim des Verderbens in sich tragen, die Zerstörung auch der gesunden einleiten würden. Je nach der Beschaffenheit des Terrains hat man die Erdgruben auf verschiedene Weise einzurichten, bei feuchtem Boden giebt man denselben eine geringe Tiefe, umzieht die Grube mit einem Entwässerungsgraben, stapelt die Knollen zum Theil über der Erde auf und bedeckt den Haufen mit der aus dem Graben gehobenen Erde. In trockenem Boden kann man die Gru-

ben mehr tief machen. Gewöhnlich giebt man den Gruben am Boden eine Breite von 1,5 Meter und oben am Rande von 2 Meter, so dass die Wände eine Böschung von etwa 45° haben. Die Tiefe der Gruben ist etwa 1 Meter, ihre Länge 20, 50 ja 100 Meter. Es kommen in dieser Beziehung die grössten Verschiedenheiten vor und es müssen diese Verhältnisse den localen Bedingungen angepasst werden.

In manchen Fabriken bewahrt man die Kartoffeln in gemauerten Gruben und bedeckt sie darin entweder mit Erde oder mit einem Strohdache. So z. B. in der Fabrik von Dailly. Dort sind die gemauerten Gruben 1,50—2 Meter tief in den Boden versenkt, sind 50—60 Meter lang, 20 Meter breit und 2,5—3 Meter hoch; ein Stroh- oder Schilfdach schützt sie vor Nässe. Sie haben einen cubischen Inhalt von 2251 Cubikmeter. In den Umfassungswänden sind an verschiedenen Stellen Oeffnungen angebracht zum Füllen und Entleeren. Während des Frostes werden diese Thüren durch vorgesetzte Strohschirme verschlossen. Wenngleich die gemauerten Gruben in der ersten Anlage kostspielig sind, so erspart man bei ihrer Construction die jährlich sich wiederholende Herstellung der einfachen Gruben. Neben jeder derselben wird ein Weg hergerichtet der die Grube mit der Fabrik verbindet.

Die gemauerten Gruben werden sich namentlich als zweckmässig erweisen, wenn Terrainschwierigkeiten, Nässe u. drgl. zu überwinden sind. Bei dem in Deutschland üblichen landwirthschaftlichen Betriebe der Stärkmehlfabrikation verwendet man sie selten, weil man sich während der Zeit der Ernte selten die Zeit nehmen kann um die Kartoffeln von den entfernten Aeckern der Fabrik zuzuführen; man begnügt sich meistens damit sie auf dem Felde einzumieten und sie im Winter, in dem Maasse wie es Witterung und Gespannarbeit erlaubt, der Fabrik in solchen Quantitäten zuzuführen, dass hier in den Vorrathsräumen stets nur der Bedarf für wenige Tage vorhanden ist.

Beim Einmieten hat man namentlich auch Sorge dafür zu tragen, dass die Kartoffeln genügend vor dem Froste geschützt sind, was durch genügend starke Bedeckung und sorgfältigen Verschluss der angebrochenen aber noch nicht geleerten Mieten zu erreichen ist. Sollte eine Partie gefrieren, so thut man bei der Stärkmehlfabrikation am besten sie im gefrorenen Zustande zu verarbeiten, und nicht das Aufthauen abzuwarten, da hiebei erst das Erfrieren eintritt. Letzteres äussert sich dadurch, dass die vorher vollständig turgescenten Zellen schlaff werden, die vorher für den Saft undurchdringlichen Membranen lassen die Flüssigkeit mit Leichtigkeit austreten, werden weich und nachgiebig. Derartig elastisches Material weicht dem Angriff der Reibe aus, die Zellmembranen werden von dieser nur sehr unvollständig zerrissen

und man hat, da das Stärkmehl nur aus geöffneten Zellen austreten kann, beträchtliche Verluste an Material. Verarbeitet man dagegen die gefrorenen Kartoffeln so nutzt man höchstens die Reibe etwas ab, erzielt aber die richtige Ausbeute. Erfrorene Kartoffelzellen sind Tafel XXII Fig. 5 dargestellt.

Zusammensetzung der Kartoffeln. Es ist schon oben erwähnt, dass der Stärkmehlgehalt der Kartoffeln von verschiedenen Umständen beeinflusst wird, ebenso sind alle übrigen Bestandtheile in wechselndem Verhältniss darin enthalten. Man kann daher nur annähernd richtige Angaben über das Mengenverhältniss der einzelnen Bestandtheile machen. Als durchschnittlichen Gehalt guter Kartoffeln kann man annehmen:

Wasser	74,00	Proc.
Stärkmehl	20,00	„
Epidermis, Cellulose, Pectinstoffe, Farbstoff	1,65	„
Eiweiss und andere stickstoffhaltige Stoffe	2,12	„
Fett	0,11	„
Zucker, Harz, flüchtiges Oel	1,06	„
Salze und Aschenbestandtheile	1,06	„
	100,00	„

Der Stärkmehlgehalt verschiedener Sorten, unter gleich günstigen Umständen gewachsen, variirt von 12—24 Proc.; wenngleich die Schwankungen bei gleicher Sorte wohl sich nicht in diesen Extremen bewegen, so können sie doch sehr beträchtlich werden. Es ist desshalb von Wichtigkeit bei allen auf die Verarbeitung von Kartoffeln basirten Industriezweigen sich von der Qualität der Knollen zu überzeugen und diese Untersuchungen von Zeit zu Zeit zu wiederholen, da man eine Controle seines Betriebes nur dann ausüben kann, wenn man Kenntniss von der Beschaffenheit seines Rohmaterials hat.

Die Bestimmung des Stärkmehlgehaltes der Kartoffel beruht auf dem Umstande, dass das Stärkmehl ein bedeutend höheres specifisches Gewicht hat als das Wasser; je reicher daher die Kartoffel ist, je schwerer wird sie sein, ihr specifisches Gewicht wird mit dem Stärkegehalt steigen. Durch eine Reihe von Versuchen ist durch directe Ermittelung das specifische Gewicht von Kartoffeln mit den verschiedensten Stärkmehlgehalten festgestellt. Man braucht daher nur das specifische Gewicht der zu untersuchenden Kartoffel zu ermitteln und die Zahl desselben dann in untenstehender Tabelle aufzusuchen, um direct den Stärkmehlgehalt der Probe zu finden.

Zur Bestimmung des specifischen Gewichtes bedienen wir uns eines

einfachen Apparates, der ein sehr leichtes Arbeiten ermöglicht und ungemein scharfe, ganz sichere Resultate liefert. Er besteht aus einem geräumigen, etwa 3 Liter fassenden gläsernen Cylinder, dessen oberer Rand ganz eben abgeschliffen ist; der Cylinder ist auf einem hölzernen Fuss befestigt. Durch diesen Fuss gehen drei Schrauben, mittelst derer man den Cylinder genau gerade stellen kann. Durch Ausmessen mit Wasser bestimmt man ein für alle Male das Volumen des Cylinders bis zu einem bestimmten Punkte. Diesen Punkt fixirt man durch die Länge eines nadelspitz geschliffenen Messingstäbchens, welches vertikal auf einer schmalen Metallplatte befestigt ist. Der Cylinder wird zunächst genau vertikal gerichtet, was man dadurch erreicht, dass man auf den Rand desselben eine Wasserwaage stellt und dann so lange die am Fusse angebrachten Schrauben dreht, bis die Luftblase der Wasserwaage genau in der Mitte einsteht. Mittelst einer genau in Cubikcentimeter getheilten Messvorrichtung, Literflasche, Bürette giesst man dann annähernd so viel Wasser ein bis der Punkt, bis zu welchem man füllen will, nahezu aber noch nicht ganz erreicht ist; man hat sich diesen Punkt, der der Länge des oben erwähnten Messingstäbchens entspricht, vorher auf der Wand des Cylinders durch einen Diamantstrich angemerkt. Nun hängt man das Messingstäbchen in den Cylinder und sieht das Spiegelbild desselben in der Wasserfläche erscheinen. Man lässt dann aus seinem Wassergefässe noch mit grösster Vorsicht, tropfenweis soviel Wasser zufliessen, bis das Stäbchen gerade sein Spiegelbild der Wasserfläche berührt. Da der Messingstab eine unveränderliche Länge hat, die Ausdehnung durch Temperaturschwankungen ist zu unbedeutend als dass sie für unsere Zwecke in Betracht kommen könnte, so ist auf diese Weise ein Punkt im Cylinder ein für alle Male fixirt. Wir wollen annehmen, das Volumen des Cylinders bis zu diesem Punkt sei durch diese Ausmessung zu 3185 CC. bestimmt.

Von den zu untersuchenden Kartoffeln nimmt man eine grössere Probe, etwa 3 Kilo, sucht dieselben so aus, dass sie einer guten Durchschnittsprobe der zu verarbeitenden Quantität entsprechend sind, wäscht sie, nöthigen Falls mit zu Hülfenahme von Bürsten völlig rein, trocknet sie mit einem sauberen Tuche ab und bestimmt das Gewicht derselben in Grammen. Wir wollen annehmen eine zu untersuchende Probe habe 2960 Grm. gewogen.

Die gewogene Probe wird in den vorher genau gerade gestellten, trocknen Cylinder gebracht und alsdann wird mit dem Messgefäss soviel Wasser zugegossen, bis das Niveau desselben wieder genau mit dem Spiegelbild der aufgelegten Messingspitze zusammenfällt. Es ist klar, dass um soviel Cubikcentimeter Wasser weniger als bei der

ersten Ausmessung gebraucht werden, als dem Volumen der Kartoffeln in Cubikcentimetern ausgedrückt, entspricht. Wir wollen annehmen, es seien 514 CC. Wasser verbraucht. Der Inhalt des Cylinders bis zu demselben Punkte betrug 3185 CC., das Volumen der Kartoffeln also 3185—514 = 2671 CC.

Die angewandten 2960 Grm. Kartoffeln haben ein Volumen von 2671 CC. Wir finden daher das gesuchte specifische Gewicht durch die einfache Rechnung $\frac{2960}{2671} = 1{,}108$. Nach unserer Tabelle entspricht ein specifisches Gewicht von 1,108 einem Stärkmehlgehalt von 20,61 Proc.

Tabelle zur Ermittlung des Stärkmehlgehaltes der Kartoffeln nach deren specifischem Gewichte.

Spec. Gewicht.	Stärkmehlgehalt Proc.	Spec. Gewicht.	Stärkmehlgehalt Proc.	Spec. Gewicht.	Stärkmehlgehalt Proc.
1,072	12,22	1,089	16,11	1,106	20,13
1,073	12,45	1,090	16,35	1,107	20,37
1,074	12,67	1,091	16,58	1,108	20,61
1,075	12,90	1,092	16,81	1.109	20,85
1,076	13,12	1,093	17,05	1,110	21,09
1.077	13,35	1,094	17,28	1,111	21,33
1,078	13,58	1,095	17,52	1,112	21,57
1,079	13,81	1,096	17,75	1,113	21,81
1,080	14,04	1,097	17,99	1,114	22,05
1,081	14,27	1,098	18,23	1,115	22,30
1,082	14,50	1,099	18,46	1,116	22,54
1,083	14,73	1,100	18,70	1.117	22,78
1,084	14,96	1,101	18,93	1,118	23,03
1,085	15,19	1,102	19,17	1,119	23,27
1.086	15,42	1.103	19,41	1,120	23,52
1,087	15.65	1,104	19,65	1.121	23,76
1,088	15,88	1,105	19,89	1,122	24,01

3. Kartoffelmehl.

Seit langer Zeit hat man es versucht die Kartoffeln durch Trocknen in eine solche Form zu bringen, dass sie einerseits dem Verderben nicht mehr unterliegen und andererseits ein concentrirtes Nahrungsmittel darstellen, welches geeignet ist auf grosse Entfernungen transportirt zu werden, um so z. B. auf Seereisen nicht gezwungen zu sein mit den 25 Th. Nährstoffen 75 Th. Wasser mitzunehmen. Es ist nie gelungen eine grössere Industrie darauf zu begründen, bis in neuester

Zeit CHOLLET ein Verfahren ersann, mittelst dessen mit verhältnissmässig wenig Kosten ein tadelloses Material dargestellt werden kann. Die dazu dienenden Apparate sind auf Tafel XXIII in Fig. 1 und 2 in Längen- und Queransicht, in Fig. 1[bis] in einigen Details in grösserem Maassstabe dargestellt.

Die Kartoffeln werden durch ein Paternosterwerk in die erste Etage der Fabrik gehoben und unterliegen hier zunächst einer gründlichen Reinigung in zwei neben einander liegenden Waschtrommeln, wie solche in Stärkmehl-, Spiritus- und Zuckerfabriken angewandt werden; wir werden später Gelegenheit haben solche zu beschreiben. Zwischen den zwei Waschtrommeln befindet sich eine schwach geneigte schiefe Ebene, auf welche die Kartoffeln fallen in dem Maasse wie sie von der Schöpfvorrichtung des ersten Waschrades aus diesem herausgeworfen werden; sie rollen auf dieser Ebene langsam der zweiten Waschtrommel zu und werden dabei ausgelesen, indem eine Anzahl von Weibern dort postirt sind, die jede angefaulte oder ungesunde Kartoffel zu beseitigen haben. Nachdem sie dann die zweite Waschtrommel passirt und hier den Rest der noch anhängenden Erde abgegeben haben, gelangen sie wieder in das Erdgeschoss und werden hier durch Dampf gekocht.

Zum Kochen dienen Kästen von verzinktem Eisenblech, sie sind 60 Centimeter breit, 80 Centimeter hoch, 1 Meter lang. Sie sind am einen Ende geschlossen, am anderen Ende mit einer dichtverschliessbaren Thüre versehen. Die Knollen werden in auf Rädern laufenden Wagen, die fast ebenso gross wie die Kästen sind, und 225 Kilo fassen, hineingebracht. Die Thür wird geschlossen, mittelst Verschraubung gedichtet und Dampf zugelassen. Nach 40 Minuten ist das Dämpfen gewöhnlich beendigt, man überzeugt sich von der Gare dadurch, dass man durch eine kleine Oeffnung, die durch die Kasten- und Wagenwand geht, einen dünnen Eisenstab einführt; sind die Kartoffeln gar, so findet man in der weichen Masse wenig Widerstand, zeigt es sich dass sie noch nicht genügend gar sind, so lässt man den Dampf um einige Minuten länger wirken.

Die Wagen mit den garen Kartoffeln werden aus dem Kasten gezogen und auf einem Schienengeleise in einen geräumigen Saal geführt, auf dessen asphaltirtem Boden die Kartoffeln zum Abkühlen ausgebreitet werden. Es soll dadurch das spätere Reiben erleichtert werden, da der Brei der kalten Kartoffeln weniger klebrig ist und die Maschinen weniger verschmiert als im warmen Zustande. Die Abkühlung dauert 12—18 Stunden.

Die kalten Kartoffeln werden mittelst eines Paternosterwerkes in den Rumpf a der in unserer Zeichnung dargestellten Reibmaschine

gebracht. Von hier fallen sie auf ein Walzenpaar b, dessen Walzen glatt sind, einen Durchmesser von 30 CM. bei 90 CM. Länge haben und 20 MM. von einander entfernt liegen. Diese Walzen drehen sich gegen einander, zerdrücken dabei die Kartoffeln, zerreissen die Schalen; an jeder Walze ist ein feststehendes Schabeisen angebracht, welches die sich an die Walze anlegenden Theile der zerquetschten Masse beständig abstreicht. Nach dem Passiren dieses Walzenpaares fällt die Masse in den darunterliegenden Rumpf c und von hier zwischen das Walzenpaar d. Diese Walzen sind hohl, aus Messing gearbeitet, sie liegen geneigt in einem Winkel von 30°, haben einen Durchmesser von 40 CM. bei einer Länge von 60 CM. Sie sind an ihrer ganzen Oberfläche mit 4 MM. weiten Löchern durchbohrt, so dass jede Walze 15000 Oeffnungen hat. Der Abstand der Walzen beträgt 2 MM. Es erfolgt hier eine weitere Zerkleinerung und das Schälen der vorher nur gröblich zerdrückten Masse; der leicht zerdrückbare mehlige Theil fällt durch die zahlreichen Löcher in den inneren Raum der Walzen, gleitet bei der geneigten Lage der letzteren darin hinab und fällt in den vertikalen hölzernen Schlauch h. Die gröberen Theile und namentlich die zäheren, nicht zerdrückbaren Schalen, denen aber immer noch ein Theil der werthvollen Substanz beigemischt ist, fallen, nachdem sie die Walzen verlassen, in den Rumpf e und gelangen von hier auf ein weiteres Walzenpaar welches gleiche Dimensionen wie das vorige hat, bei dem aber jede Walze 20000 Oeffnungen von 3 MM. hat, der Abstand der beiden Walzen beträgt hier nur 1,5 MM. Es braucht kaum erwähnt zu werden, dass jede Walze d und f. ebenso wie b ihren eignen Abstreicher hat. Hier findet eine neue Reibung statt, der mehlige Theil gelangt durch die Oeffnungen in das Innere der Walze und vereinigt sich in dem Schlauche h′ mit dem von den oberen Walzen durch h kommenden Mehl. Die Schalen sind dann fast vollständig von allem Mehl befreit, sie fallen in eine horizontale Rinne und werden durch die Archimedische Schraube g fortgeschafft.

Die mehlige Masse fällt aus dem Schlauch h′ in den (in Fig. 1bis vergrösserten) Trichter i unter welchem sich das glatt abgedrehte eiserne Walzenpaar j befindet. Die Walzen sind 80 CM. lang und haben einen Durchmesser von 20 CM. Sie drehen sich in entgegengesetzter Richtung, fassen die feine Masse und pressen sie in den darunter befindlichen Kasten k, dessen Boden mit Löchern durchbohrt ist. Durch den Druck klebt das Mehl zusammen und gelangt als kurze Nudeln aus dem Kasten. Die Nudeln werden, in dem Maasse wie sie geformt werden, von mit Zeug bespannten Holzrahmen aufgenommen und fortgeführt. Zu diesem Behufe befindet sich unter dem Kasten ein

endloses Kettenpaar, welches über Walzen gespannt ist. Dieses nimmt die bei m darauf gelegten leeren Rahmen mit sich fort und giebt die Gefüllten bei l ab. Man ertheilt den Walzen eine solche Umdrehungsgeschwindigkeit, dass jeder Rahmen so lange unter dem Kasten verweilt, bis er mit 5 Kilo Nudeln beschickt ist.

Die gefüllten Rahmen werden in einen dazu construirten Wagen geschoben und in diesem mittelst eines Aufzuges in den im oberen Theile des Fabrikgebäudes gelegenen Trockenraum geschafft.

Dort befinden sich 40 Oefen von der Form von Kasten oder grossen viereckigen Schränken, von denen jeder zwei Stäpel von je 22 Stück Rahmen aufnimmt; die Rahmen werden von in den Seiten der Oefen befindlichen Schienen getragen. Jeder Ofen hält eine Beschickung mit 220 Kilo Nudeln.

Unter den Oefen liegt ein 60 CM. weites Heizrohr, welches warme Luft von 50—60° mittelst eines Ventilatorgebläses von einer Erhitzungsvorrichtung zuführt. Die heisse Luft tritt unten in die Oefen ein, durchstreicht alle Rahnen und entweicht mit Feuchtigkeit beladen am oberen Theile in ein gemeinsames Abzugsrohr, von wo sie entweder ins Freie entlassen, oder noch dazu benutzt wird andere Räume zu heizen.

Die Austrocknung ist in drei Stunden beendigt. In 24 Stunden werden die Oefen 7mal beschickt, so dass man mit den 40 Oefen das Product von circa 60000 Kilo Kartoffeln trocknen kann. Die Ausbeute beträgt durchschnittlich 13000 Kilo.

Die Fabrik gebraucht für den Maschinenbetrieb täglich 8000 Kilogramm Kohlen, zum Trocknen 10000 Kilo. Mit letzteren werden 47000 Kilogramm Wasser verdunstet, es wird mithin ein Nutzeffect von 4,7 Kilo Wasser pro Kilo Kohle erzielt. Man würde hiergegen noch Ersparnisse erzielen können, wenn man die abgehenden Dämpfe der Maschinen zum Trocknen mit verwenden wollte.

Das ältere Verfahren der Kartoffelmehl-Bereitung bestand in einem einfachen Dörren der geschälten rohen Kartoffeln. Die Kartoffeln werden sorgfältig mit der Hand geschält, dann mittelst einer Schneidvorrichtung in Scheiben oder Würfel geschnitten. Diese fallen in kaltes Wasser, dem man manchmal eine Spur Schwefelsäure oder Salzsäure zusetzt, wodurch eine Färbung beim Trocknen vermieden wird. Nach dem Auslaugen des Saftes kommen die Scheiben auf gewöhnliche Malzdarren, werden hier getrocknet und dann gemahleu. Die Ausbeute an Mehl beträgt durchschnittlich 25 Proc. vom Gewicht der angewandten Kartoffeln.

Das Kartoffelmehl ist wenig dem Verderben ausgesetzt, an trocknen Orten hält es sich beliebig lange. Von Frankreich aus findet ein

bedeutender Export dieses Artikels nach England statt, wo es namentlich zur Verproviantirung von Auswandererschiffen benutzt wird.

4. Stärkmehlfabrikation.

Die Verarbeitung der Kartoffeln auf Stärkmehl umfasst folgende Operationen: Einweichen der Knollen, Waschen, Beseitigung der Steine, Reiben, Sieben, Schlämmen, Absetzen des Mehles, Reinigung, zweites Sieben, Auswaschen, Entwässern, Ausstechen, Trocknen an der Luft, oder Entwässern in der Centrifuge, Trocknen im Ofen, Verpackung.

Einweichen. Die auf zähem, thonigem oder lehmigem Boden gewachsenen Kartoffeln sind so mit festanhängender Erde und Bodentheilchen bedeckt und diese haften so fest an ihnen, dass sie durch blosses Waschen nicht genügend zu reinigen wären. Es ist desshalb ein Einweichen vorzunehmen, welches darin besteht, dass man die Kartoffeln in einem grösseren Bottich mit Wasser übergiesst und sie in diesem einige Stunden verweilen lässt.

Waschen. Dazu dient eine mechanische Vorrichtung, die Waschtrommel. Sie besteht aus einem hohlen, um seine Axe drehbaren Cylinder, dessen Mantel durch hölzerne oder eiserne 1—4 CM. breite, in Abständen von 15 MM. befestigten Schienen gebildet wird. Der Cylinder liegt etwas geneigt und taucht bis zur Hälfte seines Durchmessers in Wasser, welches sich in einer geräumigen Kufe befindet; man giebt ihm 15 Umdrehungen pro Minute, wodurch die Kartoffeln in einer steten Bewegung erhalten werden, sich gegenseitig abreiben und an dem Mantel des Cylinders gerieben werden; die schwereren Theile, Sand und kleine Steine sinken zu Boden und fallen durch die Zwischenräume der Schienen des Mantels. Die Knollen werden an dem oberen Ende des Cylinders eingetragen und werden am entgegengesetzten Ende durch eine auf der Axe und im inneren Mantel befindliche Schnecke hinausgeworfen, sie werden dabei über den Rand der Kufe gehoben und rollen über eine gitterförmige schiefe Ebene zu dem Steinfänger. Die Anbringung einer Schnecke auf der Axe des Cylinders zum Entleeren der Kartoffeln ist überflüssig, es genügt dazu vollständig, wenn an dem äussersten Ende des Mantels ein Korb von der Gestalt einer Viertel-Schraubenwindung angebracht ist, dieser ergreift die Kartoffeln und wirft sie durch eine entsprechende Oeffnung der Endplatte.

Nach PAYEN's Vorschlage dürfte es sich empfehlen eine gewaltsamere Reinigung vorzunehmen, z. B. durch eine grosse Walzenbürste, die sich in einem ebenfalls mit Bürsten versehenen Cylinder dreht; der Abstand zwischen den Bürsten der Walze und denen des Cylinders dürfte nicht grösser sein, als dass Kartoffeln mittlerer Grösse gerade

hindurchgehen können; grössere und kleinere Knollen wären vorher durch Sieben zu entfernen und in besonderen weiteren oder engeren Cylindern zu waschen; man könnte den Bürsten genügende Steifheit geben, um durch deren Reibung zugleich die Epidermis und die grauen daran haftenden Theile zu entfernen, um so von vorn herein ein reineres Material zu erhalten. So zweckmässig dieser Vorschlag erscheint, so dürfte ihm die hohe Abnutzung und die kostspielige Erneuerung der Bürsten doch entgegen stehen.

Beseitigung der Steine. Diese geschieht in den französischen Fabriken durch den Steinfänger von Joly zu Compiègne, er ist in Fig. 9 dargestellt. Der Apparat besteht aus einer halbcylindrischen, ge-

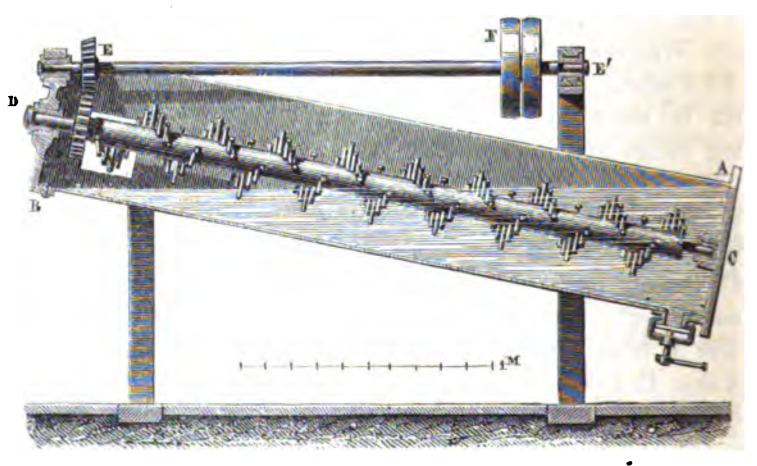


Fig. 9.

neigt liegenden Rinne, halb mit Wasser, dessen Niveau durch die Linie AB angedeutet wird, gefüllt. In demselben befindet sich die mit schraubenförmig gestellten Armen versehene Welle (die Stellung der Arme ergiebt sich aus den Fig. 10 und 11), die durch Trieb und Vorgelege E von der Riemenscheibe F aus in Umdrehung versetzt wird. Die bei A eingeworfenen Kartoffeln werden durch die Arme aneinander gerieben, wiederholt im Wasser untergetaucht, so dass der Rest des Schmutzes, alle Steine und Sand vollständig abgewaschen werden, die schwereren Theile sinken im Wasser zu Boden und werden durch Oeffnen des Mannloches von Zeit zu Zeit beseitigt. Die Kartoffeln werden durch die Schraube vorwärts

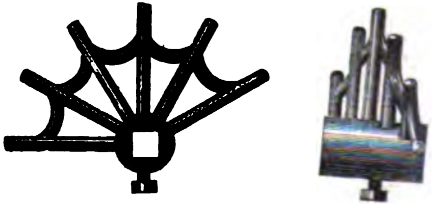


Fig. 10. Fig. 11.

geschafft und endlich am oberen Theile der Rinne hinausgeworfen und fallen von dort in den Rumpf der Reibe.

Es erscheint uns zweckmässiger die Steine und den grössten Theil des Sandes vor dem ersten Waschen zu beseitigen, wie es in deutschen Fabriken geschieht. Zu diesem Behufe ist die Kufe, in welcher die Waschtrommel liegt, in zwei ungleich grosse Räume getheilt, einen grösseren für die Waschtrommel, einen kleineren für den Steinfänger. Hierin schwimmen die Kartoffeln in Wasser und werden durch 6—8 schraubenförmig gestellte grosse Arme, die auf einer Verlängerung der die Waschtrommel tragenden Welle aufgezogen sind, in unablässiger Bewegung erhalten. Die Steine sinken zu Boden und die Kartoffeln kommen vorgewaschen und von Steinen befreit in die Waschtrommel.

Auf die vollständige Beseitigung aller Steinchen ist nicht genug Sorgfalt zu verwenden, da dieselben, wenn sie nicht von vorn herein weggeschafft werden, die empfindlichsten Beschädigungen der später zur Verwendung kommenden Maschinen herbeiführen würden.

Reiben. Die Reibe A (Tafel XXIV) ist ein mit stählernen Sägblättern besetzter Cylinder, auf welchem die Blätter durch eiserne Schienen zusammen und in einem Abstande von 2 CM. von einander entfernt gehalten werden. Die Sägblätter stehen in der Richtung der Axe des Cylinders und ragen mit ihren Spitzen 2 MM. über denselben hervor. Die gewaschenen Kartoffeln fallen in den Rumpf B der Reibe und werden hier von dem 800 Umdrehungen in der Minute machenden Cylinder oder Trommel gefasst, dabei werden sie durch die Reibung gegen die Schiene D gedrückt und können weil diese ihnen Widerstand leistet nicht entweichen, sondern pressen sich dadurch auch wieder gegen die Reibtrommel. Durch die Spitzen der Sägblätter wird die Kartoffel zerrissen, die Zellen derselben möglichst zertrümmert und das Zerkleinerte fliesst dann, unterstützt durch einen von E kommenden Wasserstrahl, als Brei in den Behälter G, um von dort weiter geschafft zu werden. Die Feinheit des Breies ist bedingt durch die Schärfe der Sägblätter, die Umdrehungsgeschwindigkeit der Trommel und die Weite der Oeffnung, welche zwischen der Trommel und dem die Kartoffeln tragenden Keil C befindlich ist; dieser ist durch eine Schraube beweglich und kann der Reibe mehr oder weniger genähert werden. Sollte irgend ein fremder harter Körper, ein Stein, Nagel etc. in die Reibe gelangen, so lässt man die Schiene D mittelst eines Stäbchens zurückziehen und eine Drehung um ein sie befestigendes Charnier machen, die in der Reibe befindlichen Gegenstände werden dann nicht mehr gegen die Trommel gedrückt, sondern fallen heraus in einen bereit stehenden Behälter.

Die Reibe ist in neuerer Zeit von CHAMPONNOIS* abgeändert und verbessert worden, sie soll in dieser neuen Form einen gleichmässigeren und feineren Brei liefern und so eine höhere Ausbeute ermöglichen, da nur das Stärkmehl aus den wirklich zerrissenen Zellen gewonnen werden kann, während alles Uebrige, noch in geschlossenen Zellen enthaltene für den Fabrikanten verloren ist.

Die CHAMPONNOIS'sche Reibe hat wie die frühere eine mit Sägblättern besetzte cylindrische Reibfläche, unterscheidet sich aber ganz wesentlich dadurch, dass die Zuschärfung der Sägblätter nicht an der Oberfläche eines massiven, sondern an der Innenfläche eines Hohlcylinders befindlich ist und dass nicht der Cylinder reibt, sondern dass die Kartoffeln gegen die Trommel gerieben werden.

Fig. 12. Fig. 13.

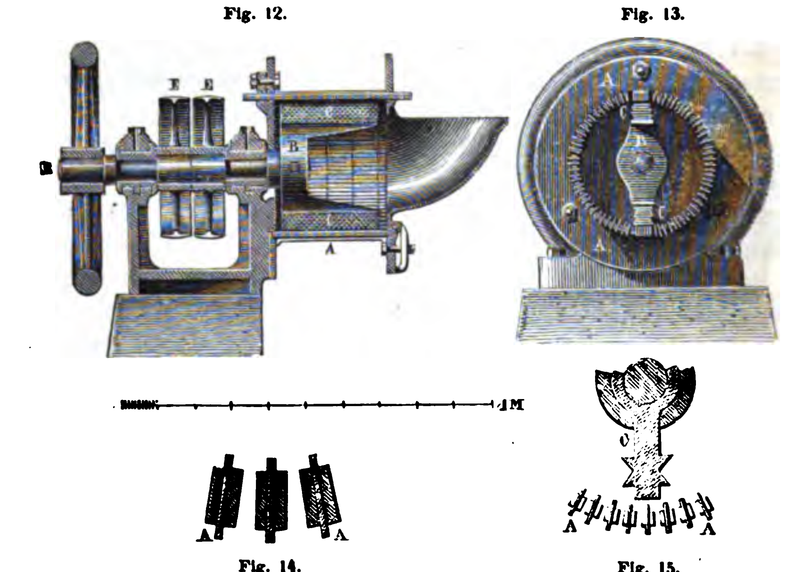


Fig. 14. Fig. 15.

Der Apparat ist in Fig. 12—15 dargestellt**. A ist der Mantel der Trommel, welcher das Fortschleudern des Breies verhütet; in demselben findet sich festliegend die eigentliche Reibe. Die letztere ist so eingerichtet, dass jedesmal 1—4 Sägblätter zwischen dünne Stahlschienen gelegt werden und dass dann je auf 1, 2, 3 oder 4 Säg-

* Für diese Erfindung, die CHAMPONNOIS die grosse goldene Medaille der französischen Ackerbau-Gesellschaft eintrug, nimmt E. HAENEL in Magdeburg die Priorität für den Ingenieur KELBE in Anspruch, welcher bereits im Jahre 1851 fast genau den gleichen Apparat construirte und für denselben ein preussisches Patent erhielt.

** Eine bessere Zeichnung derselben findet sich DINGLER's Polyt. Journ. Bd. 186, S. 193; vergl. auch Bd. 183, S. 351.

blätter folgend ein Zwischenraum frei bleibt, durch welchen der sich bildende Brei abfliessen kann. Bei der ersten Construction folgte jedesmal nach einem Sägeblatte ein Zwischenraum und dieser wurde 1 1/2 MM. weit genommen, bei den neuesten Constructionen, wo nur nach je 4 Sägblättern ein Zwischenraum kommt, verengert man denselben auf 1—1/2 MM., da bei dieser Anordnung der Brei feiner wird und eine Verstopfung nicht so leicht eintritt. Die Anordnung der Sägblätter zeigt Fig. 15 A, jedoch hier so, dass stets ein Zwischenraum mit einem Blatte wechselt.

In der Axe der Reibtrommel findet sich die Welle B und diese trägt an ihrem in der Trommel befindlichen Ende eine starke gabelförmige Schaufel, die mit der Welle 800—1000 Umdrehungen in der Minute macht. Durch Trieb- und Leerscheibe E steht sie mit dem Motor in Verbindung und trägt an ihrem äusseren Ende ein Schwungrad, um die Bewegung gleichmässig zu machen. Die Kartoffeln fallen durch einen seitlich angebrachten, gebogenen Rumpf in die Trommel, werden hier von der Schaufel B gefasst und mit der Gewalt ihrer starken Drehung gegen die Zähne der Trommel getrieben, wodurch sie zerrissen und in Brei verwandelt werden. Zur Zuführung von Wasser ist die grosse Triebwelle durchbohrt und lässt so an jeder Seite der Schaufel einen Wasserstrahl ausströmen, dieser wird durch die Centrifugalkraft gegen den an den Wänden der Trommel befindlichen Brei getrieben und wäscht diesen durch die Oeffnungen. Am unteren Theile des Mantels ist ein Rohr angebracht, durch welchen derselbe fortgeleitet wird.

Die Spitzen der Sägblätter sind sehr kurz, sie stehen nur 0,5 MM. aus der Trommel hervor. Während des Gebrauchs werden sie, da die Kartoffeln immer mit grosser Gewalt in einer bestimmten Richtung gegen sie geschleudert werden, nach kurzer Zeit verbogen. Man lässt desshalb, nachdem die Reibe einen halben Tag lang gearbeitet hat, die Welle in der vorhergehenden entgegengesetzten Richtung sich drehen und treibt so die Kartoffeln gegen die in dieser Richtung gekrümmten Zähne. Nach 48 Stunden sind die Zähne ganz abgenutzt und müssen nachgefeilt werden.

Die Leistungsfähigkeit der Maschine beträgt in 10 Arbeitsstunden 13000 Kilogramm, unter Zuhülfenahme der Nachtarbeit wäre also das Doppelte zu leisten. Bei einem Vergleich mit der alten Reibe und bei Anwendung derselben Kartoffelsorte erhielt man in einer Fabrik aus 685 Kilo Kartoffeln 110 Kilo grüne oder 70 Kilogramm trockne Stärke, mit der CHAMPONNOIS'schen Reibe von demselben Kartoffelquantum

137 Kilo grüne oder 87 Kilo trockne Stärke, mithin zu Gunsten der neuen Maschine eine sehr viel höhere Ausbeute.

Sieben. Der auf der Reibe gewonnene Brei ist ein Gemenge von Stärkmehl und dem Mark der Kartoffeln und es handelt sich nun zunächst darum beide von einander zu trennen. Dies geschieht auf Sieben, die so fein sind, dass die Stärkmehlkörner mit dem Saft und aufgespritztem Wasser durchfliessen, während die gröberen Theile der Fasern, das Mark, darauf zurückbleiben. Es dienen dazu eine Reihe verschieden feiner Messingdrahtsiebe, die auf Rahmen befestigt und über einander gestellt sind. Die Bewegung des Breies von dem einen Siebe auf das andere geschieht durch ein paar endlose Rollen die durch flache Schienen mit einander verbunden sind. Die Vorrichtung ist auf Tafel XXIV dargestellt.

Der von der Reibe kommende Brei fliesst aus dem Schlauch G auf das unterste Sieb a, wird hier von den Schienen der endlosen Rolle ergriffen und vorwärts geschoben; diese führen ihn um die links befindliche Walze auf das zweite Sieb a'', von hier auf dieselbe Weise auf das dritte Sieb a''' und so fort bis auf das letzte a^6, wo das Mark der directen Wirkung der Wasserstrahlen ii ausgesetzt wird und schliesslich von Stärkmehl erschöpft in den Schlauch c fällt und hier beseitigt wird.

Das auf das oberste Sieb fliessende Wasser entfernt die letzten Reste des Stärkmehls, fällt mit diesen auf das zweitoberste Sieb, von diesem auf das folgende und nimmt so immer mehr Stärkmehl auf, es findet also ein systematisches Ausspühlen des Marks statt, so dass man einerseits völlig gewaschenes Mark und andererseits ein möglichst mit Stärkmehl beladenes Wasser erhält. Dieses letztere sammelt sich in einem flachen Behälter unter den Sieben und fliesst von hier in das rotirende conische Sieb dd, welches dazu dient solche Fasern, die die frühreren Siebe passirt haben, zurückzuhalten. Die Fasern fliessen in eine Rinne e, während die gesiebte Flüssigkeit in das Reservoir f gelangt und von hier mittelst des Schöpfrades g (in g' in grösserem Maassstabe von vorn gesehen, gezeichnet) in die Rinne h geleitet wird.

Die Drahtsiebe haben verschiedene Feinheit, oben sind sie gröber wie unten, die oberen sind mit Gaze Nr. 30, die letzten mit Nr. 50, das conische Sieb mit Nr. 60 bespannt. Die Nummern bezeichnen die Zahl der auf einer Länge von 27 MM. befindlichen Fäden.

Eine andere Siebvorrichtung von Huck und Stolz werden wir unten beschreiben.

Da in dem Mark oder der Pulpe immer noch ein Theil des Stärkmehls enthalten ist, und zwar um so mehr, je unvollkommener die

Reiben sind, so hat man auf verschiedene Weisen versucht dieses noch zu gewinnen. Hück lässt die Pulpe zum zweiten Male durch die Reibe gehen, es ist jedoch sehr zweifelhaft ob hierdurch ein günstiges Resultat erzielt werden kann. Weit zweckmässiger verfährt Fiska, der die Pulpe auf ein Walzenpaar giebt, bei dem die eine Walze sich mit grösserer Geschwindigkeit dreht als die andere, die Masse wird dabei zerrieben, die grösseren Kartoffelstücke (Schwarten), die sich der Wirkung der Reibe entzogen haben, zerdrückt, die Zellmembranen werden zerrissen, so dass dann von neuem Stärkmehl auswaschbar wird. Angeblich sollen bei solcher Behandlung pro 100 Kilo Kartoffeln 3,2 Kilo Stärkmehl mehr gewonnen werden können.

Schlämmen. Die von den Sieben kommende Stärkmehlflüssigkeit enthält gewöhnlich noch geringe Mengen von Sand, welcher beim Waschen der Kartoffeln nicht gänzlich beseitigt werden konnte und so fein ist um selbst durch die Siebe zu gehen. Um diesen zu beseitigen leitet man die Flüssigkeit in geräumige Bottiche und rührt, nachdem einer derselben nahezu gefüllt ist, das Ganze kräftig durcheinander, so dass alles Stärkmehl, welches sich bereits am Boden abgesetzt hat, wieder in der Flüssigkeit vertheilt wird. Nach ganz kurzer Ruhe hat sich der Sand, als specifisch am schwersten, am Boden abgesetzt, während das Stärkmehl noch suspendirt ist; die mit diesem beladene Flüssigkeit wird dann mittelst eines weiten Hebers, oder mittelst eines dicht über dem Boden des Bottichs befindlichen Hahnes abgelassen. Das Aufrühren des Breies geschieht am zweckmässigsten mit dem Fig. 1 und 2 Tafel XXV gezeichneten Rührwerke. In dem Bottich befindet sich zu dem Behuf eine durch die Maschine bewegliche verticale Welle, auf welche eine Hohlwelle a, die das Rührwerk b trägt, aufgezogen ist. Diese ist durch eine Kuppelung auf der Hauptwelle zu befestigen, kann aber, wenn diese ausgelöst ist, leicht mittelst des Hebels d gehoben oder nach Bedarf gesenkt werden, je nachdem das Stärkmehl sich in einer höheren oder weniger hohen Schicht am Boden abgesetzt hat.

Reinigung. Nach dem Schlämmen lässt man die Flüssigkeit in geräumigen Bottichen 4 Stunden lang stehen, wobei das Stärkmehl sich am Boden absetzt, während das alle Saftbestandtheile der Kartoffeln gelöst enthaltene Wasser darüber steht. Letzteres wird dann abgelassen. Beim Absetzen findet wieder eine Sonderung nach der Schwere statt, das reine Stärkmehl lagert sich am Boden, die Reste der feinsten Fasern, das durch die verschiedenen Siebe gegangene Marks setzt sich als eine mehr schlammige, grau gefärbte Schicht über dem Stärkmehl ab. Diese unreine Masse schabt man nach der Beseitigung

des Wassers mittelst eines besonderen Instrumentes ab und verarbeitet sie für sich besonders, um das noch darin enthaltene Stärkmehl zu gewinnen.

Das so gereinigte Stärkmehl wird mittelst des Rührwerkes wieder in Wasser vertheilt und entweder durch ein Seidensieb oder durch ein Drahtsieb Nr. 90 passirt und kommt dann zum zweiten Male zum Absetzen.

Die vorher gewonnene unreine Stärke (Schlammstärke) muss dann weiter gereinigt werden. Man trägt sie zu dem Behuf auf den oberen Theil der Rinne ABC Fig. 16 und 17, welche 7 Meter lang, 1 Meter breit und mit flachen Seitenwänden versehen ist. Sie liegt schwach geneigt, mit einem Fall von 1,5 MM. auf jeden Meter Länge; unter derselben befindet sich eine zweite DE und eine dritte gleiche Rinne GF, von denen die zweite in entgegengesetzter, die dritte in gleicher

Fig. 16.

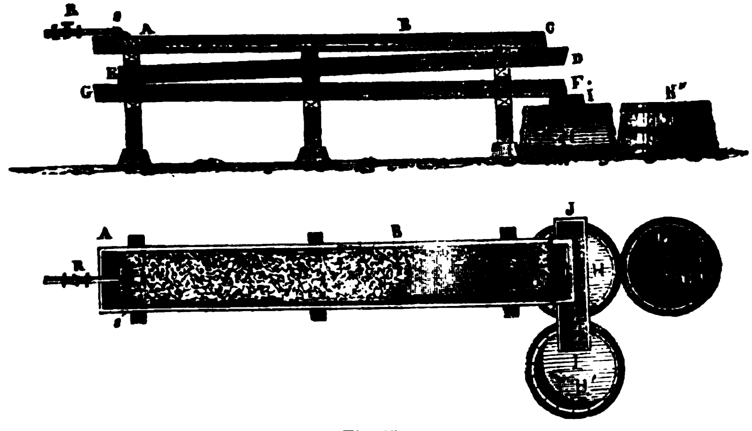


Fig. 17.

Richtung wie die erste geneigt ist. Aus einer sehr feinen Brause S lässt man dann, durch Oeffnen des Hahnes R, einen Regen auf das bei A befindliche Stärkmehl fallen und rührt darin zugleich mit einem Spatel. Das Wasser spült dabei nach und nach alles mit sich fort, bei dem langsamen Fliessen desselben hat jedoch das Stärkmehl Zeit sich in den Rinnen abzulagern, während die leichteren Fasern suspendirt bleiben und mit wenig Stärkmehl schliesslich durch die Rinne IJ in einen der Bottiche HH'H'' geleitet werden. Hier setzt sich Alles, was die Flüssigkeit fortgeführt hat, wieder ab und dieses wird dann entweder durch Aufrühren in Wasser, oder bei der nächsten Operation auf der schiefen Ebene gereinigt.

Die auf der schiefen Ebene zurückbleibende Stärke kommt zu der

im ersten Absetzbottich gereinigten und ist dann bis auf die Entwässerung fertig.

Neuere Apparate. Wir haben im Vorstehenden nur einen Apparat beschrieben, um die einzelnen Operationen im Zusammenhange darstellen zu können. An den einzelnen Apparaten, namentlich an denen zum Auswaschen und Sieben sind manche Abänderungen angebracht, die jetzt nachgetragen werden mögen.

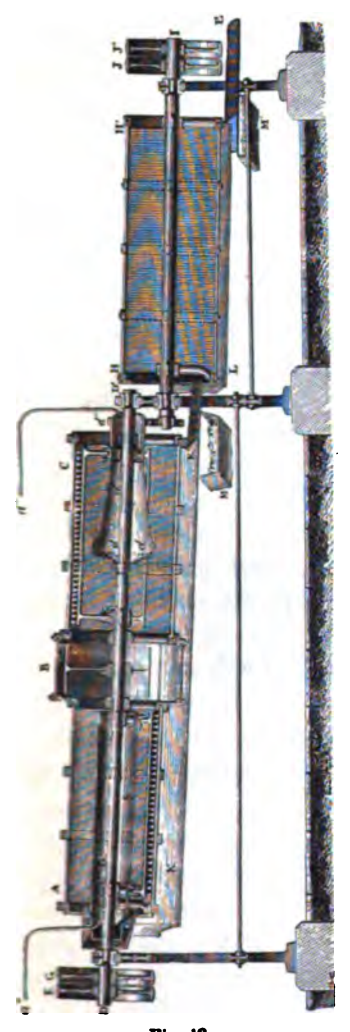


Fig. 18.

Das oben bereits erwähnte, von HUCK und STOLZ construirte Sieb ist in Fig. 18 im Längendurchschnitte gezeichnet. Es besteht aus 3 verschieden weiten Cylindern A B C, deren Dimensionen sich aus dem beigefügten Maassstabe ergeben.

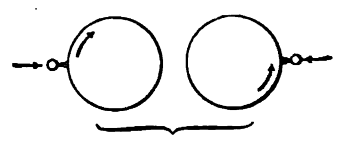
Der Mantel des ersten Cylinders A wird durch ein Drahtsieb Nr. 25 gebildet. Der von der Reibe kommende Brei wird durch eine Schöpfvorrichtung in den Trichter a durch eine seitliche Oeffnung geschafft. Innerhalb des Siebcylinders findet sich ein zweiter Cylinder aus gelochtem Metallblech; in diesen fliesst aus einem höher liegenden Reservoir Wasser durch das Rohr a″ und dieses vertheilt sich durch die feinen Löcher gleichmässig über den in A befindlichen Kartoffelbrei; dieser rückt allmälig vorwärts und kommt, nachdem er den grössten Theil des Stärkmehls abgegeben hat, in den zweiten Cylinder B der oben nicht mit einem Siebe, sondern mit Kupferblech überzogen ist. Hier wird der Brei von neuem mit Wasser aufgerührt und gelangt dann in den dritten, mit Drahtgewebe Nr. 35 bespannten Cylinder C, in den durch das gelochte Rohr d von der Röhrenleitung a‴ Wasser eingespritzt wird.

Während seines Verweilens in den Cylindern erfährt der Brei eine

beständige Bearbeitung, in A und C durch eine mit Bürsten besetzte Leiste, in B durch ein Tförmig gestaltetes Eisen, welches von der Welle aus bis nahe an die Peripherie des Cylinders geht. Die Bürsten und das Rührwerk sind mittelst Armen an der Welle DD' befestigt und diese wird durch die Riemenscheibe G in Umdrehung versetzt. Die drei zusammenhängenden Cylinder A B C tragen an ihren beiden Enden Ansatzstücke, die in Lagern ruhen. Auf dem Ansatz bei D' ist ein Zahnrad aufgezogen, in welches ein anderes auf der Welle J sitzendes Zahnrad eingreift; letztere Welle wird durch die Riemenscheibe J bewegt. Auf diese Weise rotiren sowohl die ganzen Cylinder wie auch die Bürsten und Rührvorrichtungen und zwar beide in entgegengesetzter Richtung. Die Cylinder machen pro Minute 22, die Bürsten 35 Umdrehungen um ihre Axe.

Die aus den Sieben A und C abfliessende Flüssigkeit sammelt sich in der halbkreisförmigen, die Cylinder umgebenden Rinne K und tritt von deren unterem Ende durch eine Oeffnung im Kopfende eines weiteren Siebcylinders HH', der mit Drahtgewebe Nr. 50 bespannt ist. Hier werden die feineren durch die anderen Siebe passirten Fasern zurückgehalten und es geht dann die Flüssigkeit aus der Rinne L in die Absetzbottiche, oder auf eine schiefe Ebene. Die Fasern oder Pulpe wird an den unteren Theilen der Cylinder durch eine Oeffnung herausgeworfen und fällt in die Behälter MM', von denen der erstere für die Cylinder A B C, der letztere für HH' dient.

Die Fasern des Breies setzen sich leicht in die Gewebe der Siebe und bringen Verstopfungen derselben hervor, wenn nicht für eine Beseitigung dieses Uebelstandes gesorgt wird. Dieses geschieht dadurch, dass man ein fein geschlitztes Wasserrohr neben die Cylinder parallel mit ihrer Axe legt. Während der Drehung der Cylinder spritzt unter möglichst hohem Druck auf diese Weise ein Wasserstrahl beständig von aussen nach innen gegen das Gewebe und spült so Alles, was sich gegen von innen das Gewebe legt, zurück. Die Skizze in Fig. 19 zeigt diese Anordnung.


Fig. 19.

Durch eine geringe Abänderung kann man den Apparat so einrichten, dass er bedeutend weniger Wasser consumirt, was an manchen an Wassermangel leidenden Orten, von wesentlicher Bedeutung ist. Die Skizzen Fig. 20, 21, 22 geben diese Modification. Der Brei kommt von der Reibe A (Fig. 22 vergrössert) und wird durch die Centrifugalpumpe D in den ersten Cylinder B (Fig. 20) geschafft. Hier giebt er bereits

den beiweitem grössten Theil des Stärkmehls ab. Die hier abgesiebte Flüssigkeit vereinigt sich nun nicht wie oben beschrieben mit der aus dem zweiten Cylinder kommenden, sondern fliesst, indem die unter den

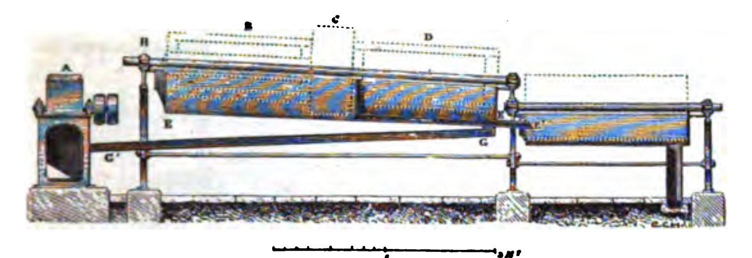


Fig. 20.

Cylindern befindliche Rinne am Ende von B durch eine Querwand getheilt ist, durch eine besondere Rinne in den Reinigungscylinder. Auf gleiche Weise wird das aus dem Mischcylinder C und dem Siebcylinder D kommende, nur noch wenig Stärkmehl führende Wasser für sich besonders aufgefangen und durch das Rohr GG′ auf die Reibe zurückgeleitet, wo es zur ersten Verdünnung des Breies dient.

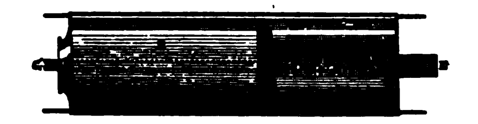


Fig. 21.

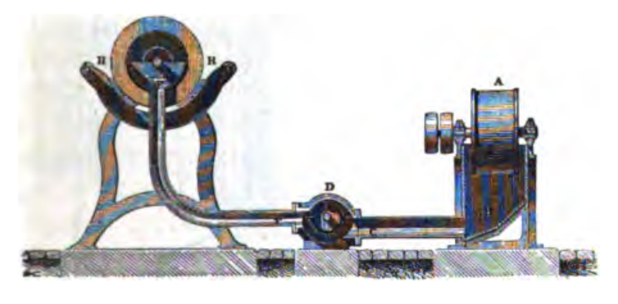


Fig. 22.

In Fig. 23 ist eine weitere Abänderung des Apparates dargestellt, die eine zweite Bearbeitung der Pulpe und somit ein höheres Ausbringen gestattet. Der mit Wasser verdünnte Brei fällt von der durch die Riemenscheibe A getriebenen Reibe in eine kleine Cysterne, wird hier von der Pumpe B aufgesogen und durch das Rohr B′ in die Sieb- und Mischcylinder DD′D″ gefördert und dort durch aus a′ aufströmendes Wasser gewaschen. Die aus D″ kommende Pulpe fällt un-

mittelbar in den Rumpf einer zweiten Reibe, oder eines sich mit verschiedener Geschwindigkeit drehenden Walzenpaares F, wo eine neue Zertheilung der der Einwirkung der ersten Reibe entgangenen Theile stattfindet.* Von dort fliesst der Brei in das Sieb G, erhält Wasserzufluss von a'' und a''', die Pulpe fällt dann gereinigt in eine Rinne und wird hier durch eine Archimedische Schraube fortgeschafft.

Die Stärkmehlflüssigkeit von D fällt in die Rinne E, die von G in E', beide vereinigt fliessen in den ersten Reiniger K L, das gereinigte Product durch die Rinne J in die Cisterne K,, wird hier durch die Pumpe N gehoben und in den zweiten Reinigungsapparat O gebracht, wo die letzten Theile der Fasern zurückgehalten werden, die Rinne P P' leitet sie dann zu den Absetzbottichen oder zu der schiefen Ebene.

Die Absetzbottiche sind in den grösseren Fabriken gegenwärtig fast vollständig durch die schiefen Ebenen, die wir oben bei der Reinigung der Schlammstärke beschrieben haben, verdrängt.

Bei einer Verarbeitung von 200 Hectoliter Kartoffeln pro Tag (12 Stunden) bedarf man einer Rinne von 1,1 M. Breite,

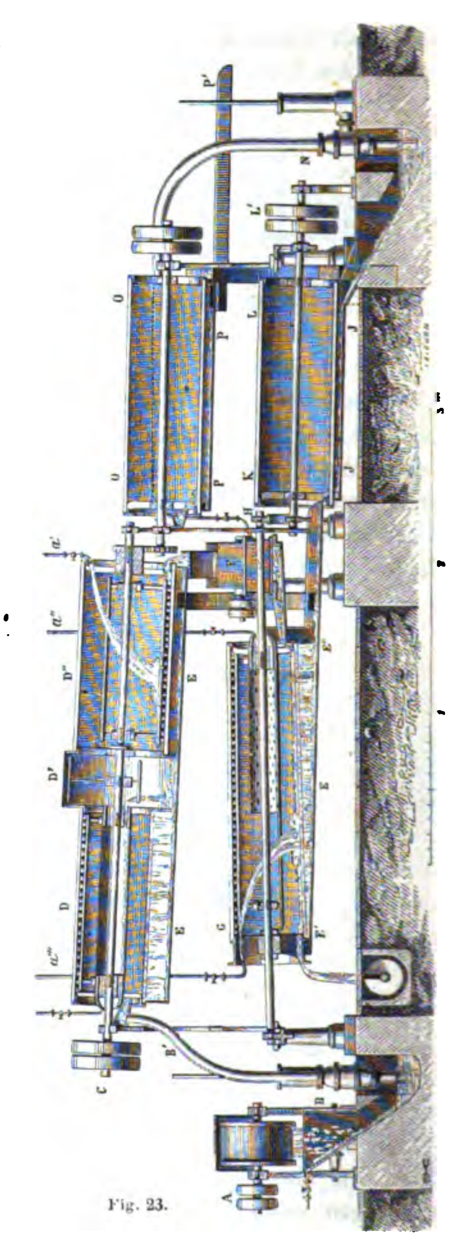


Fig. 23.

* Bei Anwendung der Reibe von CHAMPONNOIS soll ein so gleichmässig zerkleinertes Material gewonnen werden, dass diese zweite Bearbeitung überflüssig wird.

80 M. Länge, mit einem Fall von 1—1½ MM. pro Meter. Der Bequemlichkeit halber construirt man diese Rinne aus drei Stücken und legt die einzelnen Theile übereinander, wie in Fig. 24 gezeigt ist.

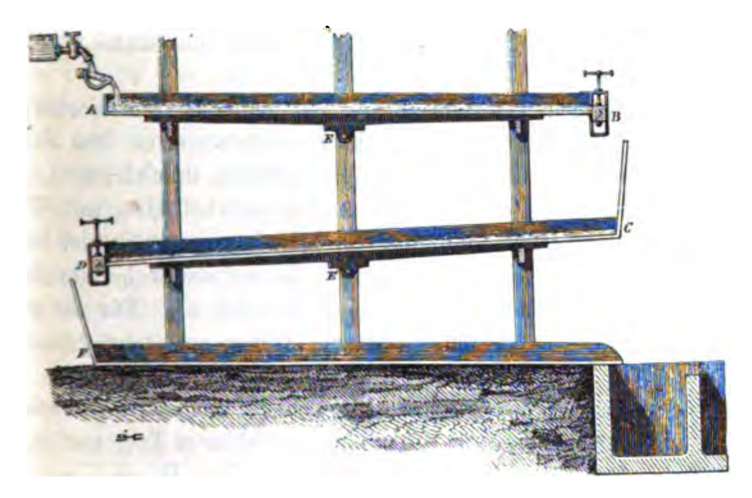


Fig. 24.

Der erste Theil FG befindet sich zu ebner Erde, er ist entweder in Cement sauber gemauert oder mit einer Asphaltschicht belegt. Der zweite Abschnitt DC ist von Holz, ebenso der dritte AC. Die beiden letzteren werden von einem starken Balkengerüst getragen und sind sowohl unter sich, als von der ersten Rinne 60 CM. weit entfernt. Die Neigung der Rinnen AB und CD kann beliebig verändert werden, da sie in der Mitte bei E um eine in festen Lagern ruhende Axe drehbar sind, so dass man die Strömung der Flüssigkeit beliebig beschleunigen oder verlangsamen kann. Bei B und bei D sind Ventile angebracht, um das Niveau der Flüssigkeit beliebig reguliren zu können; diese Regulirung wird erforderlich, sobald sich eine gewisse Menge von Stärkmehl in den Rinnen abgesetzt hat.

Die Arbeit mittelst des Apparates ist ungemein einfach. Die genügend mit Wasser verdünnte Flüssigkeit fliesst aus einem Reservoir und einer Rinne bei A auf den höchsten Theil der Ebene. In dem Maasse wie die Flüssigkeit sich langsam weiter bewegt, setzt sich das schwerere Stärkmehl in den Rinnen ab, während die leichteren Fasern suspendirt bleiben; am Ende der ersten Rinne bei B angekommen fällt sie bei C auf die zweite, am Ende der zweiten durch D bei F auf die dritte und schliesslich fällt eine von Stärkmehl fast freie Flüssigkeit in die Cisterne G. Diese ist zweckmässig durch Ueberflusswände mit

mehreren anderen ähnlichen Cisternen verbunden, um den letzten Resten des Stärkmehls Zeit zu geben sich vollständig abzulagern.

Der grösste Theil des Stärkmehls setzt sich auf dem ersten Theil der Rinne ab, es wird daher erforderlich diese jeden Morgen zu räumen; die zweite braucht nur zweimal, die dritte nur einmal pro Woche entleert zu werden.

Auf den Rinnen kann das Stärkmehl genügend rein werden, um sofort in den Handel zu kommen, da es aber noch von dem Saft der Kartoffel, allerdings in sehr verdünntem Zustande, durchdrungen ist, so ist ist es zweckmässig es nacher noch in Absetzbottichen mit Wasser zu waschen. Diese letzte Reinigung erfolgt aber ungemein viel leichter als ohne Anwendung der schiefen Ebene, da auf dieser bereits der bei weitem grösste Theil der Unreinigkeiten beseitigt ist. Für die grösste Fabrik genügen 6—8 Bottiche, während früher eine sehr grosse Anzahl erforderlich war.

Trocknen. In den Absetzbottichen bleibt das Stärkmehl schliesslich als ein sehr dichter, mit Schaufeln ausstechbarer Teig zurück, dem man auf verschiedene Weisen das Wasser entzieht. Durch Centrifugen, durch Trocknen an der Luft, im Ofen.

Zum Trocknen mittelst der Centrifuge dient derselbe Apparat, dessen man sich in der Zuckerfabrikation zum Trennen des Syrups von den Rohzuckerkrystallen bedient, wir werden denselben später näher beschreiben, es mag hier nur erwähnt sein, dass derselbe aus einer flachen cylindrischen Trommel, deren Mantel aus Drahtgase gebildet wird, besteht, und dass diese Trommel in sehr rasche Drehung versetzt wird. Durch die Centrifugalkraft wird das Wasser ausgeschleudert, während das Stärkmehl von dem Gewebe des Mantels zurückgehalten wird. Die aus den Absetzbottichen und die von der schiefen Rinne kommende Stärke kann nicht füglich ohne weiteres in die Centrifuge gebracht werden, weil sie zu dicht ist, als dass sie sich gleichmässig darin vertheilen könnte, wenn dieses aber nicht geschieht, wenn die zu schleudernde Masse nicht möglichst gleichmässig um die Axe des Apparates vertheilt ist, so wird der Gang der Maschine ein unregelmässiger, ja es können wesentliche Beschädigungen derselben eintreten. Um dies zu vermeiden rührt man das Stärkmehl mit soviel Wasser an, dass der Brei gerade flüssig wird und lässt diesen in den schon in Bewegung befindlichen Apparat einfliessen. Alles wird dabei rasch der Peripherie zugetrieben, das Wasser fliesst ab, das Stärkmehl legt sich als ein fester runder Kuchen an den Mantel an und wird dann von diesem abgehoben.

Mit dem Centrifugiren lässt sich mit Leichtigkeit noch eine

Reinigung des Productes verbinden. Die dichtesten schwersten Theile werden durch die Centrifugalkraft am schnellsten und am weitesten fortgetrieben, während die leichteren ihr weniger rasch folgen. Daher legen sich die grössten reinsten Körner am dichtesten an das Sieb, alle Fasertheile bleiben länger suspendirt und legen sich erst zuletzt als innerste Schicht über das reine Mehl, diese lassen sich mit Leichtigkeit entfernen. FESCA in Berlin construirt eine eigene Raffinircentrifuge.

Für verschiedene Verwendungen zur Fabrikation des Dextrins, des Stärkezuckers ist das Stärkmehl, so wie es aus der Centrifuge kommt, vollständig geeignet, es enthält dann noch 35—40 Proc. Wasser und kommt als grüne Stärke in den Handel.

Verfügt man nicht über eine Centrifuge, deren Beschaffung jedoch sehr zu empfehlen ist, so sucht man vor dem weiteren Trocknen dem Stärkmehl das Wasser so weit wie möglich ist zu entziehen. Man bringt den Brei von den Absetzgefässen oder von den schiefen Ebenen in flache, aus sauber geschliffenen Schieferplatten zusammengesetzte Behälter, bedeckt es zunächst mit einem sauberen Leinen und legt auf dieses getrocknete poröse Steine. Die Steine saugen das Wasser auf und lassen nach ganz kurzer Zeit genügend trockne grüne Stärke zurück. Will man diese nicht so in den Handel bringen, so schreitet man zum weiteren Trocknen. Mittelst einer Schaufel hebt man die Masse aus dem Entwässerungsbehälter, bringt sie auf Hürden und setzt sie so an einem luftigen Orte, auf dem Trockenboden, der freien Luft so lange aus bis sie genügend getrocknet ist. Es ist hierzu je nach der Jahreszeit ziemlich lange Zeit erforderlich, während welcher das Product manchen Unfällen, namentlich dem Verstauben ausgesetzt ist. Bei der Anlage der Trockenräume hat man dieses möglichst zu berücksichtigen und sie soweit als thunlich ist von staubigen Strassen zu entfernen. Manche Fabriken erzielen nur aus diesem Grunde ein weit schöneres Fabrikat und somit höhere Preise als andere, die mehr dem Staube ausgesetzt sind. Ein anderer Uebelstand ist das Gefrieren der nassen Stärke, der aus einmal gefroren gewesener Stärke dargestellte Kleister soll nach dem Urtheile Sachverständiger wenig Bindekraft haben.

Beide Nachtheile lassen sich durch künstliche Trocknung im Ofen vermeiden. Bei dieser Methode benutzt man einen Strom warmer Luft, der in geschlossenen Räumen circulirt und eine methodische Entwässerung herbeiführt. Man hat dabei nur die Temperatur so zu reguliren, dass die grüne Stärke nicht zu rasch auf 60° oder darüber erwärmt werde, weil sonst das Stärkmehl quellen und verkleistern würde; ist

aber erst einmal der grösste Theil des Wassers entfernt, so kann man die Temperatur bedeutend höher steigern.

Ein von LACAMBRE und PERSAC construirter Trockenofen, der zugleich zum Trocknen des Malzes für Brauereien dient, ist in Fig. 4 Tafel XXXVI dargestellt. Im unteren Theile desselben, der entweder zu ebener Erde, oder im Souterrain steht, befindet sich der Apparat zur Erhitzung der Luft. Es ist im wesentlichen ein mit einem Mantel umgebener eiserner Ofen A, der bei A′ geheizt wird. Die Verbrennungsproducte circuliren in aufrecht stehenden eisernen Röhren, strahlen hier ihre Wärme aus und entweichen endlich durch i und j in den Schornstein. Die Luft strömt durch seitliche Oeffnungen in diesen Raum ein, erwärmt sich und zieht bei B in den Trockenofen. Hier bestreicht sie die übereinander befindlichen Tafeln CC′ bis C^7 in der Richtung der Pfeile und entweicht endlich mit Feuchtigkeit beladen bei C^{10} ins Freie. Das Stärkmehl nimmt den entgegengesetzten Weg. Es wird durch die Thüre B^4 eingetragen und auf der Tafel C^7 ausgebreitet; nachdem es hier eine Zeit lang verweilt hat, wird es auf die Tafel C^6 geschoben, von hier durch die Thür B‴ auf die Tafel C^5 gezogen und so fort bis es endlich vollständig trocken unten ankommt und dann von der schiefen Ebene c′ und die Thüre B aus dem Ofen gezogen und in Säcken aufgefangen wird. Die Arbeit ist selbstverständlich eine continuirliche, sobald die erste Partie die erste Tafel C^7 verlassen hat, wird eine frische Partie nasser Stärke auf diese gebracht, so dass jedesmal wenn unten das trockene Product herausgezogen wird, das Vorwärtsgehen auf allen Tafeln stattfindet und die oberste frisch gefüllt wird.

Ein ähnlicher Apparat, in welchem aber die Vorwärtsbewegung der trocknenden Masse durch Maschinenarbeit bewirkt wird, ist Tafel XXV Fig. 3 gezeichnet. Die Heizvorrichtung AB ist dieselbe wie die oben beschriebene, die warme Luft tritt bei C in den Trockenofen, folgt der durch die Pfeile angedeuteten Richtung und strömt bei c′ aus dem Dache. Die grüne Stärke wird oben auf ein endloses Tuch d, welches zwischen den Walzen e f ausgespannt ist und von drei Rollen i i getragen wird, gebracht. Darunter befinden sich sechs gleiche endlose Tücher d′d′ bis d^7. Die sämmtlichen Walzen eee sind mit ineinander greifenden Zahnrädern versehen, sobald eines derselben in Umdrehung versetzt wird, werden sich daher die sämmtlichen Walzen drehen und die endlosen Tücher in Bewegung bringen. In Folge dessen wird die auf d ausgebreitete Stärke von dort nach d′, von hier nach d″ nach d‴, endlich nach d^7 gelangen. Bei diesem Fortgehen trifft sie mit immer wärmerer und immer trockenerer Luft zusammen und fällt endlich

vollständig getrocknet über die schiefe Ebene in den Vorrathsraum H, wo sie für den Markt verpackt wird.

Je nach dem Feuchtigkeitsgrade des Stärkmehls und je nach der Temperatur der ein- und ausströmenden Luft regulirt man die Bewegung der Walzen; hat man wegen eines höheren Feuchtigkeitsgehaltes die Masse längere Zeit der warmen Luft auszusetzen, so lässt man die Walzen sich langsamer drehen, im umgekehrten Falle schneller.

Die Luftheizung kann man theilweis oder ganz durch Dampfheizung ersetzen, wobei man dann die Retourdämpfe der Maschine benutzt. Zu diesem Behuf werden zwischen je zwei Spannwalzen e f 4 mit Dampf gefüllte Cylinder gelegt, ganz ähnlich denen, die in der Papierfabrikation und in der Cattundruckerei zum Trocknen der Masse benutzt werden. Die endlosen Tücher mit dem Stärkmehl werden darüber hinweggezogen und nach Bedarf erwärmt; es scheint uns nur bedenklich, eine so hohe Temperatur unmittelbar auf die grüne Stärke einwirken zu lassen, da diese leicht verkleistern könnte. Die Dampfcylinder müssen mit Luftventilen versehen sein, um bei der Condensation des Dampfes Luft eintreten zu lassen.

Verpackung. Während des Trocknens zerfällt das Kartoffelstärkmehl zum bei weitem grössten Theile freiwillig zu Pulver, und unterscheidet sich in dieser Beziehung vom Weizenstärkmehl, dessen einzelne Kügelchen mehr oder weniger fest aneinander verkittet bleiben. Das Pulver wird zunächst abgesiebt, darauf werden die dabei zurückbleibenden festeren Körner mit einer Walze überfahren und Alles gut gemischt. So ist die trockene Stärke fertig um, in mit Papier ausgeklebten Fässern verpackt, in den Handel gebracht zu werden.

Rentabilitätsberechnung der Stärkmehl-Fabrikation. Es ist ungemein schwierig, im Voraus eine nur irgendwie zutreffende Rentabilitätsberechnung für die Stärkmehlfabrikation aufzustellen, weil die Preise resp. der Werth des Rohmaterials sehr schwankend sind und weil durchaus nicht immer der Werth mit dem Preise gleichen Schritt hält. So werden bei ungünstigen Ernten Kartoffeln von geringer Qualität höher bezahlt, als bei reichlichen Ernten die besten Kartoffeln. Ebenso sind die Preise des Stärkmehls ebenfalls sehr schwankend, und wenn diese Schwankungeu sich auch im Wesentlichen nach denen der Kartoffelernte richten, so influiren doch manche andere Umstände, namentlich die Weizenernte sehr wesentlich darauf. Wir beschränken uns desshalb darauf, die Angaben PAYEN's (unter Berichtigung eines sehr bedenklichen Rechenfehlers) wiederzugeben.

200 Hectoliter = 13000 Kilo Kartoffeln à 3 Fr. pro 100 Kilo	390 Fr.
Aufbewahrung und Arbeit an den Gruben	15 „
Arbeitslohn in der Fabrik	60 „
Direction	10 „
Heizmaterial	47 „
Unterhaltungskosten, Miethe	25 „
Transportkosten	10 „
Zinsen, unvorhergesehene Ausgaben, Verpackung	12 „
Summa der täglichen Kosten	569 Fr.

Product:

2210 Kilogramm Stärke à 28 Fr. pro 100 Kilogr.	618 Fr. 80 C.
Werth der Pulpe	33 „ —
Summa der Einnahme	652 Fr. —
Es verbleibt somit ein täglicher Nutzen von	83 Fr. *

5. Verwendungen des Kartoffelstärkmehls und der Fabrikations-Rückstände.

Das Kartoffelstärkmehl wird zu den mannigfachsten Zwecken verwendet. Die besten Sorten dienen zum Leimen des Papierbreies, namentlich Luxuspapiere werden in hohem Grade mit Stärkmehl geschwert, zur Darstellung der weissen Stärkezuckersyrupe, zur Appretur von feinen Geweben, zur Fabrikation von weissem Dextrin, zu manchen leichten Patisseriewaaren. Die geringeren Sorten werden zu denselben Zwecken verwandt, da wo es auf die Qualität des Productes nicht so genau ankommt, z. B. zur Weberschlichte, als Verdickungsmittel der Beizen und Farben beim Zeugdruck, zur Fabrikation von Nudeln, als Zusatz zum Brot bei billigen Stärkmehlpreisen, zur Nachahmung der Tapioka, des Sago's. Eine sehr wichtige Verwendung hat das Stärk-

* Wir können nicht umhin zu bemerken, dass uns diese Berechnung ziemlich illusorisch erscheint. Man würde einen klaren Einblick in dieselbe erst erlangen, wenn man zugleich die Höhe des in solcher Fabrik anzulegenden Inventar- und Betriebscapitales wüsste, die aber bei PAYEN nicht zu finden ist. Den einzigen Anhalt hiefür gewährt der für Zinsen etc. ausgeworfene Betrag. Nehmen wir nun auch an, derselbe würde gänzlich zur Deckung der Zinsen verwandt, nehmen wir ferner eine sehr hohe Arbeitszeit von 200 Tagen pro Jahr, so würde dieses 2400 Fr. Zinsen oder bei einer Verzinsung mit 5 Proc. einem Anlage- oder Betriebscapitale von 48000 Fr. entsprechen. Wenn hiermit ein Netto-Gewinn von 83×200 (und PAYEN hatte sogar 112 berechnet) = 16600 Fr. zu erzielen wäre, so würde die Kartoffelstärkmehl-Fabrikation allerdings verführerisch belohnend sein.

mehl zum Einpudern der Formen in Metallgiessereien gefunden. Hierzu diente früher ausschliesslich Holzkohlenstaub. Es erwies sich aber, dass dieser die Gesundheit der Arbeiter auf eine bedenkliche Weise gefährdete, indem die feinen Splitter, aus denen die Kohle besteht, die Athmungsorgane in hohem Grade beschädigte. Das Stärkmehl bei seiner verhältnissmässig weichen Beschaffenheit, bei der rundlichen Form seiner Körner, bei seiner leichten Umwandelbarkeit durch verschiedene Flüssigkeiten des menschlichen Körpers besitzt diese Nachtheile nicht. Es wurde von Rouy in die Metall-Industrie eingeführt; die Verdienste desselben wurden von der Academie der Wissenschaften durch Verleihung eines Preises aus den Monthyon'schen Stiftungen belohnt.

Die Kartoffelstärke hat vor anderen Stärkmehlarten einen Nachtheil: einen eigenthümlichen Geruch und Geschmack, der durch ein ihr anhaftendes flüchtiges Oel bedingt wird. Dieser Geruch und Geschmack ist allerdings Manchem nicht wahrnehmbar, besonders sensibelen Personen ist er aber so empfindlich, dass sie aus solchem Stärkmehl bereitete Speisen nicht geniessen können. Nach Martin lässt sich dieses Oel beseitigen, indem man das Stärkmehl zunächst mit seinem gleichen Gewicht einer Lösung von 2 Th. kohlensaurem Natron in 100 Th. Wasser übergiesst und dann wieder mit Wasser vollständig auswäscht.

Die Pulpe oder das Mark wird meistens als Viehfutter verwendet und wird auf diese Weise zu gute gemacht. Man verfüttert sie entweder in frischem Zustande, oder nachdem man sie durch Auspressen von einem Theil ihres Wassers befreit hat, oder nachdem man sie in Gruben hat gähren lassen. Zum Auspressen bringt man sie zwischen zwei endlose Tücher und lässt sie mit diesen durch ein Walzenpaar passiren, sie verliert so die Hälfte ihres Wassers. Will man sie nicht frisch verfüttern, so stampft man sie in Gruben ein, bedeckt diese mit Stroh und dann mit einer Erdschicht. Es tritt dabei Milchsäuregährung ein, die den Nahrungswerth aber durchaus nicht beeinträchtigt. Bei der Verwendung als Viehfutter ist zu berücksichtigen, dass die Pulpe fast ausschliesslich aus stickstofffreien Stoffen besteht, und man muss durch Zusatz von Oelkuchen, Kleie, Schrot für einen genügenden Eiweissreichthum des Futters sorgen; wenn man dieses versäumt, so wird man die leicht verdaulichen Bestandtheile der Pulpe nicht allein nicht nutzen, sondern man kann auch Erkrankungen der Thiere herbeiführen.

Nach dem Trocknen lässt sich die Pulpe leicht zu Mehl mahlen und ist so als Zusatz zum Getreidemehl beim Brotbacken verwandt, das Brot wird aber schwerlich an Nahrhaftigkeit gewinnen, da es sehr fraglich ist, ob die Cellulose, die vom Thiere leicht verdaut wird, auch dem Menschen verdaulich ist, namentlich nachdem sie getrocknet ist.

Man kann sie dagegen benutzen um die untere Seite der Brote, statt mit Mehl, damit zu bestäuben zur Verhütung des Anklebens an der Ofensohle. Die Brote sollen davon den angenehmen Geschmack der gerösteten Kartoffeln annehmen.

Endlich will man die Pulpe bei der Stärkzucker-, Bier- und Branntwein-Fabrikation zu gute machen.

Die feuchte, aber abgetropfte Pulpe enthält ca. 12 Procent Trockensubstanz und darin 7 Proc. Stärkmehl; bei Anwendung der eben erwähnten Vorrichtungen zum Zerquetschen, oder bei gutem Reiben natürlich entsprechend weniger.

Die Waschwässer lässt man in den meisten Fabriken ohne weiteres in den nächsten Wasserlauf, Graben, Bach, Canal fliessen. Sie enthalten alle löslichen Bestandtheile der Kartoffel, fast alles Eiweiss und sonstige Stoffe und sind hierdurch in hohem Grade fäulnissfähig und bieten für eine Anzahl von Algen, Oscillaria, Beggiotoa, Vibrionen den günstigsten Boden des Wachsthums. In ganz kurzer Zeit stellen diese sich auch gewöhnlich in reichlichstem Maasse ein, vermehren sich so rapide, dass häufig das ganze Bett der Wasserläufe von ihnen erfüllt ist; man sieht diese Vegetationen sich an jeden hervorspringenden Gegenstand, an Steine, Wurzeln, Halme anlegen, sie gleichen dann in ihren massenhaften Verzweigungen schwimmenden Schafpelzen. Manche dieser Algen haben die Eigenthümlichkeit, die im Wasser gelösten schwefelsauren Salze, Gips zu zersetzen und geben dann Veranlassung zur Entwicklung von Schwefelwasserstoff, der mit seinem unangenehmen Geruch die Luft verpestet, das Wasser für Menschen und Vieh ungeniessbar macht, Erkrankungen der Anwohner herbeiführen kann und den Fischen sicheren Untergang bereitet. Ganz ähnlich, nur in noch höherem Grade verderblich, verhalten sich die Abflusswässer der Zuckerfabriken. Man hat auf verschiedene Weise versucht diesen Uebelständen, die häufige Prozesse der Anwohner und Massregeln der Regierungen gegen die Fabriken hervorriefen, abzuhelfen. Auf PAYEN's Empfehlung liess ein bedeutender Fabrikant, DAILLY, die Wässer sich zuerst in mehreren Cisternen klären, in den ersten setzte sich vorzugsweise ein Rest von Stärkmehl ab, in den letzten schieden sich die Eiweissstoffe aus, das dann noch abfliessende Wasser wurde zur Bewässerung von Wiesen benutzt. In den Bassins setzt sich im Laufe der Campagne eine sehr beträchtliche Menge Schlamm ab, der als Dünger verwandt wird. Nach PAYEN's Berechnungen entspricht der so theils durch das Wasser, theils durch den Schlamm gewonnene Düngerwerth, bei einer dreimonatlichen Campagne und einer Verarbeitung von 17400 Hectoliter Kartoffeln, einer Summe von 2102 Fr., wovon 440 Fr. Unkosten

in Abzug zu bringen sind, so dass ein Nettogewinn von 1662 Fr. erübrigt.

Hat man genügende Ländereien in der Nähe der Fabrik zur Verfügung, so ist unzweifelhaft eine systematische Berieselung derselben das beste und einfachste Reinigungsmittel, da die Erfahrung erwiesen hat, dass das abfliessende Wasser keine schädlichen Folgen mehr herbeiführt. Ist dieses nicht der Fall, so empfiehlt sich am meisten die Süvern'sche Desinfection, die darin besteht, dass man dem abfliessenden Wasser eine mit Chlormagnesium versetzte Kalkmilch beimischt. Kalk und Magnesia gehen mit den verschiedenen organischen Stoffen theils unlösliche Verbindungen ein, theils reissen sie sie mechanisch nieder, so dass aus den Absatzbassins, in welche die Wasser sich zuerst ergiessen, ein verhältnissmässig sehr reines Wasser abfliesst.

Nach Fesca kann man einen grossen Theil der Eiweissstoffe gewinnen und zur Ernährung der Thiere verwenden, wenn man die frischen Waschwässer zum Sieden erhitzt, wobei das Eiweiss gerinnt und sich als leicht zu sammelnde flockige Masse abscheidet. Wenn man dieses ausführen will, so dürfte es der Brennmaterial-Ersparniss wegen zweckmässig sein, eine Bereicherung des Wassers auf die Weise vorzunehmen, dass man nur den ersten Theil des Wassers verwendet und diesen auch vorher noch einmal auf die Reibe zurückleitete. Man könnte dabei als wesentlich das S. 110 beschriebene Verfahren anwenden oder könnte noch mancherlei Modificationen an demselben anbringen, um ein möglichst saftreiches Wasser zu erhalten *.

6. Kartoffelkrankheit.

Seit mehr als zwanzig Jahren wird die Landwirthschaft und Industrie von einer empfindlichen Plage heimgesucht, die fast alljährlich einen Theil der Kartoffelernte zerstört. Man hat sie als die Kartoffelkrankheit bezeichnet.

Diese besondere Erkrankung der Kartoffeln trat zuerst im Jahre 1843 in den Vereinigten Staaten Nordamerika's auf; in Europa erschien sie 1845 und verbreitete sich von Deutschland ausgehend über Belgien, Holland, Irland, England, in Frankreich erschien sie zuerst in den nördlichen Departements, verbreitete sich im mittleren Frankreich und erreichte auch manche Gegenden des Südens.

Man beschäftigte sich gleich Anfangs viel mit den Ursachen und dem Wesen der Erkrankung, und bis auf die heutige Zeit haben Laien

* Die Fabrikation des Stärkmehls aus Weizen und anderen Früchten wird später beschrieben werden.

sowohl wie die gelehrtesten Botaniker die eingehendsten Studien mit wenig oder mehr glücklichem Erfolge gemacht. Die Ursache ist jetzt unzweifelhaft auf das Eindringen und das Wachsthum eines pflanzlichen Parasiten zurückgeführt, und zwar auf einen fadenförmigen Pilz, Perenospora infestans (von MONTAGNE Botrytis infestans genannt). Die Keimschläuche der Sporen dieses Pilzes dringen entweder in die Spaltöffnungen der Pflanzen ein, oder durchbohren direct die Membranen der äusseren Zellen und verbreiten mit ausserordentlicher Geschwindigkeit ihr Mycelium in den Geweben, fructificiren in diesen und senden Myriaden neuer Sporen aus, wobei die Pflanze zu Grunde geht. Grosse Kartoffelfelder sieht man an einem Tage völlig gesund, am folgenden das Laub mit braunen Flecken bedeckt, in ganz kurzer Zeit verwelkt und abgestorben. Von dem Laube verbreitet der Pilz sich durch die Stengel und siedelt sich dann in den Knollen an, wo er die einzelnen Zellen aussaugt, das Stärkmehl löst, die übrigen mineralischen und organischen Stoffe absorbirt. In diesem Zustande kann der Pilz in den Knollen überwintern und im Frühjahr eine neue Vegetationsperiode durchmachen. Gewöhnlich begleitet die durch den Pilz angefangene Zerstörung aber ein weiteres Verderben, es tritt Fäulniss ein, die die ganze Knolle und sehr häufig dann auch mit ihr den darin befindlichen Pilz zerstört.

Zerschneidet man eine kaum erst vom Pilze befallene Knolle, so bemerkt man (Tafel XIX, Fig. 10) auf der Schnittfläche braune Flecken, die sich gewöhnlich vom Stengel aus, wo sie am stärksten ausgebildet sind, nach der Schale zu verzweigen. Diese Färbung, welche die Durchscheinheit der Knolle verringert, hat weder das Wesen einer Gährung, noch einer mechanischen Verletzung, bringt aber die Effecte einer parasitischen Vegetation hervor, sie erfüllt die Gewebe der Knolle, macht sie dadurch mehr resistent und weniger durchscheinend.

Wenn man eine kürzlich erst vom Pilz ergriffene Knolle 4 Stunden in Wasser kocht, so bemerkt man nach dem Kochen, dass die Theile, in denen der Pilz sich noch nicht verbreitet hat, mehlig und weich geworden sind, wie dieses bei gesunden Knollen geschieht, während die fleckigen Partien, deren Färbung durch das Kochen an Intensität zugenommen hat, fester geworden sind und sich nicht mehr zwischen den Fingern zerdrücken lassen.

Durch die Einwirkung des Pilzes wird das Stärkmehl gelöst und in Wasser und Kohlensäure verwandelt, das Eiweiss, Fett etc. zur Ausbildung des Gewebes verwendet. Diese Lösung des Stärkmehls lässt sich mit blossem Auge an sehr dünnen Schnitten erkennen, man sieht sie noch besser, wenn man solche Schnitte in Wasser kocht und sie dann mit einer wässrigen Jodlösung behandelt. Die äusseren noch nicht

ergriffenen Partien färben sich intensiv blau, während die Theile, in denen der Pilz vorhanden ist und die ihn umgebende ebenfalls bereits entleerte Zone nicht gefärbt wird. In Fig. 11 zeigen die dunkelschattirten Theile die gebläueten, die hellen die Stärkmehlfreien Theile des Schnittes. Trennt man aus gekochten Knollen die braunen Partien heraus und behandelt diese einige Stunden lang mit mit Schwefelsäure angesäuertem siedendem Wasser, so zeigt die zurückbleibende Masse nach dem Trocknen dieselbe chemische Zusammensetzung, wie sie für andere Pilzarten beobachtet ist, sie enthält 8,75 Proc. Stickstoff.

Die Krankheit kann sich von einer ergriffenen Knolle auf die andere durch Berührung verbreiten, namentlich geschieht diese Ansteckung leicht bei der Berührung frischer Schnittflächen. Bei der Aufbewahrung pflanzt sich die Krankheit in den Gruben fort man hat daher die grösste Sorge darauf zu verwenden, dass nicht sichtlich kranke Kartoffeln mit den gesunden eingemietet werden. Sollte die Krankheit in den Gruben ausbrechen, so ist eine möglichst rasche Verarbeitung das einzige Mittel, sich vor weiterem Schaden zu behüten. Zögert man damit zu lange, so wird der Verlust sich von Tag zu Tag vergrössern, ausserdem hat man noch den Nachtheil, dass ein grosser Theil des Productes nur sehr geringer Qualität ist und namentlich sich unvollständig und langsam in den Bottichen absetzt. Es kommt dieses daher, dass ein grosser Theil der Körnchen förmlich durch den Pilz ausgehöhlt * wird und dass in der Flüssigkeit eine Gährung eintritt. Die Gährung lässt sich dadurch unterdrücken, dass man die Flüssigkeit mit 0,1 Proc. schwefliger Säure vermischt, diese bringt die Gährung zum Stillstande, lässt die Bewegung der Flüssigkeit aufhören und das Stärkmehl setzt sich dann besser ab. Bei weiter vorgeschrittenem Verderben kann man solche Kartoffeln auf Spiritus verarbeiten, — wenn die Steuerverhältnisse es zulassen.

Die bei der Verarbeitung kranker Kartoffeln verbleibende Pulpe kann ohne Schaden als Viehfutter verwendet werden, sie lässt sich in Gruben verwahren, ohne zu verderben.

Zur Bekämpfung der Kartoffelkrankheit sind die mannigfachsten, zum Theil absurdesten Rathschläge gegeben worden. Das einzige Mittel, welches irgendwie Erfolg hat, ist möglichste Einschränkung des Kartoffelbaues, um dieselbe Frucht nicht zu oft auf denselben Boden wieder zu bringen, und möglichst öfteren Samenwechsel unter Bezug der Samenknollen aus bis dahin verschonten Gegenden. Sicherheit gewährt dieses jedoch auch nicht, denn wenn einmal die Bedin-

* Derartig angegriffene Stärkmehlkörner sind Tafel XIX, Fig. 10 J'' und J'' gezeichnet.

gungen für die Entwicklung des Pilzes günstig sind, so wird dieser auch die gesundeste Pflanze befallen und sie verderben, sind dagegen die äusseren Bedingungen der Vegetation der Kartoffel günstiger als der des Pilzes, so wird dieser ohne Schaden anzurichten vorübergehen, die Pflanze wird gesund bleiben. Die Entwicklung des Pilzes wird wesentlich durch einen gewissen Feuchtigkeitsgehalt des Bodens befördert, wir sehen daher die Krankheit in feuchten Jahren verderblicher auftreten als in trockenen.

Dextrin.

1. Vorkommen und Eigenschaften. 2. Fabrikation. 3. Verwendungen.

1. Vorkommen und Eigenschaften.

Das Dextrin findet sich verbreitet in der Natur in sehr vielen Pflanzensäften und scheint sich hier durch eine Umwandlung des Stärkmehls zu bilden. Seinen Namen verdankt es seiner Eigenschaft, die Ebene des polarisirten Lichtstrahles sehr beträchtlich nach rechts abzulenken. Es ist in Wasser und verdünntem Weingeist löslich, unlöslich in starkem Alkohol. Es hat dieselbe procentische Zusammensetzung wie das Stärkmehl und die Cellulose. Im chemisch reinen Zustande wird es durch Jod nicht gefärbt, meistens nehmen aber Dextrinlösungen mit Jod gemischt eine röthliche bis burgunderrothe Färbung an, diese rührt nach Payen von einer Beimischung von unzersetztem Stärkmehl her, sie soll in dem Maasse wie das Stärkmehl entfernt wird, schwächer und schwächer werden, bis sie bei völliger Abwesenheit von Stärkmehl ganz verschwindet. In seinen wässrigen Lösungen hat das Dextrin manche Eigenschaften des arabischen Gummi's und kann dieses für viele Verwendungen ersetzen; in chemischer Beziehung sind aber beide verschieden, bei der Behandlung mit Salpetersäure liefert das Dextrin keine Schleimsäure, deren Bildung das arabische Gummi charakterisirt. Die Verwendbarkeit für die meisten Zwecke, zu denen man früher ausschliesslich das bedeutend theurere Gummi anwandte, hat die Bereitung des Dextrins zu einem nicht unwichtigen Industriezweige gemacht. Man bedient sich dabei der oben erwähnten Eigenschaften des Stärkmehls, welche es gestatten, dasselbe auf verschiedene Weisen in Dextrin zu verwandeln. Das durch Erhitzen von Stärkmehl erhaltene Product wird im Handel gewöhnlich als Leiocome oder Röstgummi bezeichnet, während man die durch Behandlung von Stärkmehl mit verdünnten Säuren oder mit Malzauszug erhaltene Masse als Dextrin bezeichnet. Das Leiocome ist stets dunkel gelb bis braun gefärbt, während das Dextrin fast farblos zu erhalten ist.

2. Fabrikation.

Zur Darstellung des Leiocomes bedient man sich des in Fig. 4, Tafel XXV dargestellten Ofens mit Luftheizung, der die Hervorbringung einer gleichmässigen und genügend hohen Temperatur gestattet. Der obere Raum des gemauerten Ofens dient zur Aufnahme des trockenen Stärkmehls, welches in Schichten von 3—4 Centimeter Höhe in leichten Kästen von Messingblech vertheilt ist. Die Röstung geschieht durch erwärmte Luft. Diese nimmt, indem sie in den in der Zeichnung dargestellten Zügen circulirt, die dem Mauerwerk durch die Feuerung A mitgetheilte Wärme auf, tritt bei B in den Ofen, vertheilt sich in demselben, erwärmt das Mauerwerk und das Stärkmehl und kehrt nachher bei D in die Züge zurück, um von Neuem erwärmt denselben Weg wieder zurückzulegen. Das Stärkmehl wird dabei nach und nach gelblich braun und ist dann zum grossen Theil in Wasser löslich, in Dextrin verwandelt.

Da bei diesem Apparate die Regulirung der Temperatur nicht ganz leicht ist, so wendet man in manchen Fabriken eine andere Methode der Erhitzung an. In einem Oelbade, dessen Temperatur leichter constant auf 210° zu erhalten ist, liegt ein kupferner Cylinder, dieser ist inwendig mit einem Rührapparat versehen, der das in den Cylinder gebrachte Stärkmehl in steter Bewegung erhält und so immer neue Massen desselben mit dem erhitzten Mantel zusammenbringt. Die Umwandlung des Stärkmehls erfolgt hier rascher und vollständiger als im Ofen.

Wenn man das Stärkmehl mit einer ganz geringen Menge Säure, am besten Salpetersäure mischt, so erfolgt die Umwandlung weit leichter bei niedrigerer Temperatur, und man erhält ein weisses, pulverförmiges, sehr lösliches Product. Nach Payen verdünnt man zu dem Behufe 2 Kilogr. Salpetersäure von 36—40° B. mit 300 Kilogr. Wasser, fügt zu dieser Säure 1000 Kilogr. Stärkmehl und vermischt das Ganze möglichst sorgfältig, das Gemenge wird an freier Luft getrocknet. Wenn die Trocknung so weit vorgeschritten ist, dass die feuchte Masse sich zu Stücken zerbrechen lässt, so zertheilt man das Ganze durch Schlagen mit einer flachen Schaufel und bringt es in Schichten von 4 bis 5 CM. Höhe in die Messingkästen des oben beschriebenen Ofens. Bei einer Temperatur von 110 bis 120° ist dann die Umwandlung binnen 2½ Stunden beendigt, bei 100° sind 4 Stunden dazu erforderlich, während man sie schon nach 30 bis 40 Minuten beendigen kann, wenn die Temperatur des Ofens 130° beträgt. Der Ofen ist so eingerichtet, dass er 24 Kästen von je 1 Meter Länge und 50 CM. Breite fasst,

von denen jeder 10 Kilogr. trockenes Stärkmehl aufnimmt; da der Ofen mit Leichtigkeit binnen 24 Stunden 6mal gefüllt und geleert werden kann, so liefert er täglich 1440 Kilogr. Dextrin.

Der Inhalt der Kästen wird in geräumige, flache, gemauerte Behälter zum Abkühlen entleert, nach dem Erkalten ist das Product marktfähige Waare. Man verpackt es in sorgfältig getrocknete, mit eisernen Reifen beschlagene Fässer, die inwendig, um Verstäuben zu vermeiden, mit mit Terpenthin getränktem Papier ausgeklebt sind.

Das mittelst Säure dargestellte Dextrin ist pulverförmig, hat ganz das Aussehen des Stärkmehls und ist fast ebenso weiss wie dieses, wenn man die Temperatur nicht zu sehr erhöhet hatte. Ein noch schöneres, weisseres und weniger Säure haltiges Product erhält man, wenn man statt der Salpetersäure Salzsäure anwendet. 500 Kilo Stärkmehl werden mit einer Mischung von 1 Liter Salzsäure und 125 Liter Wasser befeuchtet; das Gemenge wird während 48 Stunden im Ofen bei einer Temperatur von 55 bis 60° erhalten, um vollständig auszutrocknen und dann 4 Stunden lang auf 110—120° erhitzt. Statt der Messingkästen verwendet man Kästen von Zinkblech. Das Product führt im Handel den Namen Gommuline.

Man erhält ebenfalls weisses Dextrin bei Anwendung von Schwefelsäure. Dieselbe wird in demselben Verhältniss mit Wasser verdünnt wie oben und dann ebenfalls mit 500 Kilogr. Stärkmehl vermischt. Die Mischung geschieht am besten in einer mechanischen Vorrichtung, in einem Knetapparat, den wir später beschreiben werden. Es ist bei Anwendung von Schwefelsäure nur eine Erwärmung auf 45—50° erforderlich. Dieselbe kann in Kästen von Eisenblech geschehen. Je nachdem man mehr oder weniger Säuren anwendet, wird die Umwandlung des Stärkmehls, die Löslichkeit des Productes vollständiger.

Auf nassem Wege lässt sich das Stärkmehl durch Diastase oder Malzaufguss in Dextrin verwandeln, das Product ist dann aber immer mehr oder weniger zuckerhaltig, da die Einwirkung der Diastase auf das Stärkmehl sich nicht so reguliren lässt, dass nur Dextrin aber kein Zucker gebildet wird. Für manche Zwecke ist der Zuckergehalt des Dextrins erwünscht, und es wird desshalb namentlich in französischen Fabriken ein solches Product hergestellt und unter dem Namen dextrine sucrée in den Handel gebracht.

Zu seiner Bereitung dient der in Fig. 5, Tafel XXV dargestellte Apparat. Zur Umwandlung dient der kupferne Kessel i, derselbe hängt in dem zur Hälfte mit Wasser gefüllten hölzernen Bottich a. Beide, der Bottich sowohl, wie der innere Kessel sind mit Dampfröhren ver-

sehen, die durch zahlreiche Oeffnungen bei Oeffnung der Hähne c' und a' nach Bedarf Dampf einströmen lassen. Der innere Kessel wird mit kaltem Wasser gefüllt und in dieses Malzschrot eingetragen, man öffnet dann den Dampfhahn a' und lässt so lange Dampf einströmen, bis die Temperatur im Wasserbottich auf 75° gekommen ist; diese Temperatur erhält man durch langsam nachströmenden Dampf constant. Die Wärme theilt sich dem Malzaufguss mit und bringt diesen ebenfalls auf 75°, die für die Dextrinbildung geeignetste Temperatur. Die Diastase wandelt zuerst das Stärkmehl des Malzes um, da damit aber ihre Wirkung noch nicht erschöpft ist, so trägt man dann noch Stärkmehl ein, so lange als dieses noch gelöst wird.

Von der genügenden Umwandlung des Stärkmehls überzeugt man sich durch Anwendung von Jodlösung. Man nimmt 1 bis 2 Tropfen der Flüssigkeit und vermischt sie mit einem Tropfen wässriger Jodlösung. Solange noch blaue Färbung eintritt, ist noch unzersetztes Stärkmehl vorhanden, färbt die Flüssigkeit sich aber burgunderroth, so muss man die weitere Einwirkung der Diastase unterbrechen. Es geschieht dadurch, dass man den Dampfhahn c' ganz öffnet und die Flüssigkeit rasch zum Sieden bringt. Würde man die Wirkung der Diastase länger fortsetzen, so würde man ein zu zuckerreiches Product erhalten. Sobald die Flüssigkeit zum Aufwallen gebracht ist, ist die Wirksamkeit der Diastase zerstört, man lässt durch Oeffnen des am Boden des Kessels befindlichen Hahnes die siedende Flüssigkeit auf das darunter befindliche Filter Fig. 6 und von dort in das Reservoir Fig. 7 fliessen. Die weitere Concentration geschieht in dem Apparat Fig. 8. In dem liegenden Kessel befindet sich ein langes, schlangenförmig gewundenes Rohr de, in welches bei ij der Retourdampf der Dampfmaschine einströmt, das Rohr ruht in Lagern g und f und ist durch eine bei f befindliche Riemenscheibe in Drehung zu versetzen. Der Kessel wird etwa zur Hälfte mit der Flüssigkeit aus dem Reservoir Fig. 7 gefüllt, das Dampfschlangenrohr taucht in dieselbe, erhält sie in steter Bewegung und nimmt bei jeder Bewegung an seiner Oberfläche Theile der Flüssigkeit auf, deren Wasser hier rasch in Dampf verwandelt wird. Zur Beschleunigung der Verdampfung treibt ein Ventilatorgebläse m einen lebhaften Luftstrom über die erhitzte Flüssigkeit und jagt die sich bildenden Wasserdämpfe in der Richtung des Pfeiles durch den Blechschornstein in's Freie. Die Concentration wird so weit getrieben, dass die Flüssigkeit beim Erkalten zu einer zähflüssigen Masse gesteht, in welcher die Senkspindel nicht mehr einsinkt, man bezeichnet sie darnach technisch als unwägbarer Syrup, sirop impondérable.

Diese Art des Dextrins findet in der Bierbrauerei in Frankreich

vielfach Anwendung. Der Syrup ist allerdings nicht ganz farblos, was aber für diese Art der Verwendung keinen Nachtheil herbeiführt.

Zur Ermittlung der Zusammensetzung desselben theilt PAYEN einen Versuch mit. 10 Grm. Stärkmehl wurden mit 500 Grm. Wasser zu Kleister gekocht und auf 40° abgekühlt, worauf 2 Grm. feines Malzmehl zugesetzt und die Temperatur 4 Stunden lang auf 40° erhalten wurde. Nach dieser Zeit enthielt der Trockenrückstand der Flüssigkeit 52,71 Proc. Traubenzucker und 47,29 Proc. Dextrin. Die Flüssigkeit gab, mit Hefe versetzt, nach der Vergährung eine Ausbeute an Alkohol, welche 95 Proc. des Stärkmehlgehaltes der angewendeten Substanz entsprach. Es folgt hieraus, dass das Dextrin während des Gährungsprocesses selbst in Traubenzucker und schliesslich in Alkohol verwandelt ist.

Der Dextrinsyrup lässt sich, ebenso wie durch Malz, auch durch Einwirkung verdünnter Säuren, Schwefelsäure, auf Stärkmehl darstellen. Die saure Flüssigkeit wird mit Kreide gesättigt, vom sich ausscheidenden Gips abfiltrirt und dann concentrirt. Hierbei scheidet sich später noch ein Theil des Gipses ab, dieser wird wieder abfiltrirt, schliesslich wird zur erforderlichen Concentration verdampft.

Der so gewonnene Syrup ist fast farblos, er hat aber den Nachtheil, dass er immer noch gewisse Mengen von schwefelsaurem Kalk enthält, da dieses Salz in Wasser wohl schwer, aber durchaus nicht unlöslich ist. Die Bierbrauer ziehen daher den mit Malz bereiteten Syrup vor.

Die Unkosten beider Verfahrungsarten stellen sich nach PAYEN's Berechnung so, dass die Verwendung des Malzes weniger Unkosten verursacht als die der Schwefelsäure. Man gebraucht auf 100 Kilogramm Stärkmehl

bei Anwendung von Schwefelsäure:

2 Kilogrm. Schwefelsäure à 15 Fr. pro 100 Kilo .	30 C.
2 „ Kreide à 2 Fr.	4 „
Verlust an Syrup im Gipse	6 „
	40 C.

Bei Anwendung von Malz:

15 Kilogrm. Malz à 20 Fr. pro 100 Kilo		3 Fr.
Davon geht ab		
7 Kilogrm. Syrup vom Malz geliefert à 32 Fr. pro 100 Kilo	2 Fr. 24 C.	
10 „ Treber à 5 Fr.	50 „	2 Fr. 74 C.
Es bleiben mithin Kosten:		— Fr. 26 C.

Die beschriebenen Methoden liefern ein Dextrin, welches für die technischen Verwendungen vollständig genügend rein ist, wiewohl es auf trockenem Wege bereitet stets noch unzersetztes Stärkmehl, auf nassem Wege dargestellt Zucker enthält. Will man es chemisch rein haben, so lässt man auf Stärkmehl mit Salzsäure angesäuertes Wasser so lange einwirken, bis die weinrothe Färbung mit Jodlösung eintritt. Die erkaltete Flüssigkeit versetzt man mit so viel starkem Alkohol, bis sich eben ein flockiger Niederschlag anfängt zu bilden, dieser enthält das durch Alkohol abgeschiedene lösliche Stärkmehl und wird abfiltrirt. Das Filtrat wird dann von Neuem mit Alkohol versetzt, bis der entstehende Niederschlag sich nicht mehr vermehrt. Das flockig sich abscheidende Dextrin wird zur Entfernung des Zuckers auf einem Filter mit Alkohol gewaschen. In diesem Zustande erhält man es aber noch nicht rein, man löst es desshalb nochmal in Wasser, fällt von Neuem mit Alkohol, wäscht wieder aus und wiederholt die abwechselnden Lösungen in Wasser und Fällungen mit Alkohol so lange, bis eine Probe des zuletzt zurückbleibenden Dextrins, in Wasser gelöst und mit einer alkalischen Kupferoxydlösung vermischt, beim Erhitzen keinen rothen Niederschlag von Kupferoxydul mehr hervorbringt. Das Dextrin unterscheidet sich durch sein Verhalten gegen Kupferoxyd vom Traubenzucker, der letztere reducirt Kupferoxyd in alkalischer Lösung, das Dextrin ist ohne Wirkung darauf.

3. Verwendungen des Dextrins.

Das Leiocome sowie das zuckerhaltige Dextrin findet die verschiedenste Verwendung: bei feinen Gebäcken, als Schlichte der Weber, zu schleimigen Getränken, Tisanen, zum Bier, Obstwein, Branntwein, Liqueuren, zu Heftpflastern. Das Leiocome wird entweder für sich, oder in seinen Lösungen, durch Zusatz von Stärkmehl verdickt, gebraucht zu Appreturen von Tüll und feinen Geweben, zum Schlichten der Gewebe, wobei man zweckmässig einen Zusatz von Glycerin macht, wodurch die Fäden geschmeidiger bleiben, ferner als Verdickungsmittel der Beizen und Farben beim Zeugdruck der verschiedensten Stoffe, als Klebmittel, zum Gummiren von Briefcouverts, Postmarken, in der Fabrikation von farbigen Papieren, zum Erhöhen und Firnissen der Farbentöne etc. In der Chirurgie ist das pulverförmige Dextrin von Velpeau mit grossem Erfolge als Ersatz des Kleisterverbandes bei Knochenbrüchen angewendet worden. 100 Grm. Dextrin werden mit 60 Cubikcentimetern camphorhaltigem Branntwein angerührt und dann mit 40 Grm. lauwarmem Wasser vermischt. Das Dextrin nimmt das Wasser auf und

löst sich nach wenig Minuten zu einer dicklichen Flüssigkeit, die auf Leinwand aufgetragen wird. Die Bandagen werden sofort auf die zu schützende Stelle gelegt und bewirken nach dem bald eintretenden Trocknen einen vollständigen Schutz gegen Verrückung der Knochenbruchstücke. Es sollen hierdurch sehr wesentliche Vortheile gegen die früheren Behandlungsmethoden erzielt werden, deren Erörterung hier nicht am Orte ist.

Traubenzucker.

1. Vorkommen, Zusammensetzung, Eigenschaften. 2. Fabrikation. 3. Rentabilitätsberechnung. 4. Verwendungen.

1. Vorkommen, Zusammensetzung, Eigenschaften.

Mit den Namen Traubenzucker, Stärkezucker, Krümelzucker, Harnzucker, Glucose bezeichnet man eine im Pflanzenreich sehr verbreitete Zuckerart, sie findet sich in den meisten süss schmeckenden Früchten, in vielen Pflanzentheilen in grösserer oder geringerer Menge, auch im Thierreich, der Honig der Bienen besteht zum grossen Theile aus Traubenzucker, bei der Zuckerruhr, Diabetes mellitus, werden von dem Kranken grosse Massen dieser Zuckerart im Harn ausgeschieden. Er entsteht bei der fortgesetzten Einwirkung verdünnter Säuren oder Diastase auf Stärkmehl, ferner bei der Spaltung einer Reihe von als Glucosiden bezeichneten organischen Verbindungen, so lässt sich z. B. das Amygdalin zerlegen in Traubenzucker, Bittermandelöl und Blausäure. Nach dem verschiedenen Vorkommen unterschied man früher eine Reihe von verschiedenen Zuckerarten, von denen jede einzelne mit einem der oben erwähnten Namen belegt wurde. Sie sind jedoch sämmtlich identisch, ihre Zusammensetzung und Eigenschaften sind gleich, man lässt daher gegenwärtig die verschiedenen Namen fallen und fasst sie sämmtlich in den Begriff Traubenzucker zusammen.

Zur Darstellung benutzt man stets die Umwandlung des Stärkmehls. Dieses entspricht in seiner Zusammensetzung der Formel

$$\mathrm{C^{12}\,H^{20}\,O^{10}} \text{ oder } \mathrm{C^{12}\,H^{10}\,O^{10}}$$

und nimmt, um in Traubenzucker überzugehen, einfach die Elemente von 2 Atomen Wasser auf. Die Zusammensetzung des Traubenzuckers wird daher durch die Formel $\mathrm{C^{12}\,H^{24}\,O^{12}}$ oder $\mathrm{C^{12}\,H^{12}\,O^{12}}$ ausgedrückt. Zwischen Stärkmehl, Rohrzucker und Traubenzucker besteht ein enger Zusammenhang, der Rohrzucker steht seiner Zusammensetzung nach in der Mitte zwischen dem Stärkmehl und dem Traubenzucker, er enthält 1 At. Wasser mehr als das Stärkmehl und 1 At. Wasser weniger als der Traubenzucker:

Stärkmehl	$\text{C}^{12}\text{H}^{20}\text{O}^{10}$ =	$\text{C}^{12}\text{H}^{10}\text{O}^{10}$
Rohrzucker	$\text{C}^{12}\text{H}^{22}\text{O}^{11}$ =	$\text{C}^{12}\text{H}^{11}\text{O}^{11}$
Traubenzucker	$\text{C}^{12}\text{H}^{24}\text{O}^{12}$ =	$\text{C}^{12}\text{H}^{12}\text{O}^{12}$.

Es lässt sich das Stärkmehl leicht in Traubenzucker verwandeln, ebenso ist aus Rohrzucker Traubenzucker zu gewinnen, es ist aber bis jetzt weder gelungen das Stärkmehl noch den Traubenzucker in Rohrzucker überzuführen.

Der Traubenzucker hat einen weit weniger süssen Geschmack als der Rohrzucker, es gehören drei Theile Traubenzucker dazu, um denselben Grad von Süssigkeit wie von einem Theil Rohrzucker zu erzeugen. Er krystallisirt aus Wasser und nimmt dabei 2 Atome Krystallwasser auf, ist also in diesem Zustande

$$\text{C}^{12}\text{H}^{24}\text{O}^{12} + 2\text{H}^{2}\text{O} \text{ oder } \text{C}^{12}\text{H}^{12}\text{O}^{12} + 2\text{HO}.$$

Beim Erwärmen auf 100° schmilzt er und gibt dabei das Krystallwasser ab, er unterscheidet sich hierdurch vom Rohrzucker, der wasserfrei krystallisirt. Der wasserfreie Traubenzucker nimmt aus feuchter Luft langsam sein Krystallwasser wieder auf. Er ist in Alkohol löslicher wie Rohrzucker, 100 Th. wasserfreier siedender Alkohol lösen 1,66 Th.; Alkohol von 83 Proc. 18 Th. Traubenzucker. Bei höherer Temperatur, bei 200—220 wird der Traubenzucker in Glucosan, Caramel und andere braune Producte verwandelt.

Die Alkalien und alkalischen Erden verbinden sich mit dem Traubenzucker. Diese Verbindungen sind aber selbst bei gewöhnlicher Temperatur wenig beständig, sondern werden ungemein leicht zersetzt; diese Zersetzung ist beim Erwärmen fast momentan, die Lösungen färben sich bei 70° gelbbraun und werden, sobald man sie bei Luftzutritt zum Sieden erhitzt, fast schwarz. Durch die Einwirkung der Alkalien auf Traubenzucker entsteht neben anderen Verbindungen eine organische Säure, die Glucinsäure. Durch das Verhalten gegen Alkalien lässt sich der Traubenzucker, selbst wenn er nur in sehr geringen Mengen in Gemengen mit Rohrzucker vorkommt, von letzterem unterscheiden; der Rohrzucker wird durch Alkalien nicht verändert, folglich werden seine mit Alkalien oder Erden vermischten Lösungen beim Kochen nicht gefärbt.

Concentrirte Schwefelsäure löst den Traubenzucker und bildet damit eine gepaarte Säure, Traubenzucker-Schwefelsäure, die mit Kalk und Baryt lösliche Salze gibt. Beim anhaltenden Sieden mit verdünnter Schwefelsäure oder Salzsäure wird zuerst der Traubenzucker gährungsunfähig, dann wird er nach und nach in schwarze Körper, Ulmin und dergl. übergeführt.

Beim Erwärmen einer alkalischen Kupferoxydlösung mit Trauben-

zucker wird Kupferoxydul reducirt. Rohrzucker verhält sich indifferent gegen Kupferoxydlösungen.

In Berührung mit Hefe werden Lösungen von Traubenzucker zersetzt, es entsteht dabei im wesentlichen, neben einigen anderen Producten, Alkohol und Kohlensäure. Rohrzucker ist im unveränderten Zustande nicht gährungsfähig, er wird aber mit Leichtigkeit, z. B. schon durch die Berührung mit Hefe, oder beim Erwärmen mit wenigen Tropfen Salzsäure in ein Gemenge von Traubenzucker und Fruchtzucker verwandelt, die Beide gährungsfähig sind.

Der Traubenzucker lenkt die Ebene des polarisirten Lichtstrahles stark nach rechts ab, der Fruchtzucker nach links.

Das Verhalten gegen alkalische Kupferoxydlösung benützt man zur quantitativen Bestimmung des Traubenzuckers, indem man ermittelt, wie viel einer zuckerhaltigen Flüssigkeit erforderlich ist, um aus einer Lösung von bekanntem Gehalt an Kupferoxyd alles Kupferoxydul abzuscheiden. 1 At. Traubenzucker reducirt das in 10 At. Kupferoxyd enthaltene Oxyd zu Oxydul, oder 5 Grm. Traubenzucker zersetzen 34,64 Grm. krystallisirtes schwefelsaures Kupferoxyd, Kupfervitriol. In diesen Verhältnissen bereitet man die Kupferoxydlösung, man wägt genau 34,64 Grm. reinen Kupfervitriol ab, löst in 150—160 CC. Wasser, ausserdem löst man 150 Grm. krystallisirtes weinsaures Kali in 600 bis 700 CC. Natronlauge und giesst dann die Kupfervitriollösung in die letztere Flüssigkeit; im ersten Moment entsteht dabei ein voluminöser hellblauer Niederschlag, der sich aber beim Umschütteln zu einer intensiv blauen Flüssigkeit löst. Diese verdünnt man durch Zusatz von Wasser genau auf das Volum von 1000 CC. und verwahrt den Vorrath an einer vor der Einwirkung des Lichtes geschützten Stelle.

Von der zu untersuchenden Substanz wägt man genau etwa 1 Grm. ab, löst diese in einem 100 CC. Kölbchen in Wasser und verdünnt genau bis 100 CC. Hat man den Zucker in Flüssigkeiten, Harn, Syrup zu bestimmen, so verwendet man diese so wie sie sind oder erforderlichen Falls nach entsprechendem Verdünnen mit Wasser. Die zuckerhaltige Flüssigkeit bringt man in eine Quetschhahnbürette.

Von der Kupferoxydlösung misst man mit einer Pipette 20 CC. ab, verdünnt mit etwa dem doppelten oder dreifachen Volum Wasser und erhitzt in einem Schälchen zum Kochen. Die blaue Flüssigkeit muss dabei völlig klar und ungetrübt bleiben. Sollte sie nach längerer Aufbewahrung schon freiwillig beim blossen Kochen Kupferoxydul abscheiden, so ist sie nicht mehr brauchbar und muss neu bereitet werden. In die heisse Flüssigkeit lässt man aus der Bürette von der Zuckerlösung einfliessen und beobachtet jedesmal nach Zusatz von eini-

gen Cubikcentimetern ob die Kupferlösung noch blau gefärbt erscheint, sobald dieses nicht mehr der Fall ist, ist alles Kupferoxyd reducirt und der Versuch beendigt. Zweckmässiger Weise wiederholt man die Bestimmung noch einmal und gibt dann gleich annähernd soviel Zuckerlösung zu, als man das erstemal gebraucht hatte, um dann allmälig dem Endpunkte näher zu kommen. War z. B. bei der ersten Bestimmung nach einem Zusatze von 11 CC. Zuckerlösung die Flüssigkeit noch sichtlich blau gefärbt, bei 12 CC. aber farblos, so lässt man bei der zweiten Bestimmung gleich 11 CC. zufliessen, beobachtet die Farbe, ist sie noch blau, so geht man um 0,2 CC. weiter, beobachtet wieder u. s. f. bis man gerade den richtigen Punkt getroffen hat.

Da 1000 CC. der Kupferlösung soviel Kupferoxyd enthalten, als durch 5 Grm. chemisch reinen Traubenzucker reducirt werden kann, so entsprechen die 20 CC., welche bei den Versuchen angewandt werden, genau 0,100 Grm. Traubenzucker. In der Menge der zuckerhaltigen Flüssigkeit, welche verbraucht ist, um jene 20 CC. Kupferlösung zu reduciren, sind daher 0,100 Grm. Traubenzucker enthalten. Hat man nun seine Probe zu 100 CC. Flüssigkeit gelöst und hatte man hiervon beispielsweise 11,6 CC. verbraucht, so findet man den Zuckergehalt der Probe nach der einfachen Rechnung

$$11{,}6 : 0{,}100 = 100 : x; \; x = 0{,}862.$$

2. Fabrikation.

Der Traubenzucker kommt im Handel in vier verschiedenen Formen vor: als Stärkesyrup, als fester Zucker, als gekörnter Zucker, als syrop impondérable. Die ersten Operationen sind dieselben, in welche Form man das Endproduct auch bringen wolle.

In den bei weitem meisten Fällen stellt man den Traubenzucker durch Einwirkung verdünnter Schwefelsäure auf Stärkmehl dar. Der für die Fabrikation bestimmte Apparat ist auf Tafel XXVI dargestellt.

Die Verzuckerung des Stärkmehls geschieht in den grossen hölzernen Bottichen AA′, deren Dauben 10—12 Centimeter stark sind; sie fassen 16 Hectoliter Flüssigkeit. Sie sind oben mit einem Deckel verschlossen und zur Erhitzung der Flüssigkeit mit einem Dampfrohr b c d versehen, welches durch die Röhrenleitung e f g mit dem auf 5 Atmosphären Dampfspannung geheizten Kessel i i verbunden ist. Der in die Flüssigkeit reichende Theil des Rohres ist von Blei, der untere Theil c d ringförmig gebogen und mit feinen Einschnitten versehen zur Vertheilung des Dampfes. Im Deckel ist ein Trichter a zum Einbringen des Stärkmehls angebracht, dieser kann aber beseitigt werden, da er

durch die zweckmässigere Einrichtung Fig. 2 ersetzt wird; ausserdem ist im Deckel ein verschliessbares Mannloch j und ein Abzugsrohr für die beim Erhitzen entweichenden Dämpfe. Die letzteren lässt man nicht unmittelbar in's Freie entweichen, weil sie durch das eigenthümliche, der Kartoffelstärke anhängende flüchtige Oel einen höchst unangenehmen und belästigenden Geruch verbreiten, sondern condensirt sie, indem man sie durch das Schlangenrohr E leitet, über welches sich beständig eine kalte Flüssigkeit, der zu verdampfende Syrup, ergiesst. Durch diese Vorrichtung wird ein Theil der Wärme zu gute gemacht und zugleich die grösste Menge der flüchtigen Beimengungen verdichtet; diese werden mit dem Condensationswasser in dem Canale G gesammelt, während der Rest der nicht verdichteten Dämpfe durch das Rohr F′ F″ in die Fabrikesse entweicht.

Beide Bottiche A und A′ haben denselben Zweck und sind auf ganz gleiche Weise eingerichtet. Sie arbeiten abwechselnd, so dass einer stets im Betriebe ist, während der andere geleert und gereinigt wird. Der Betrieb ist so eingerichtet, dass in jedem Bottich 2000 Kilogrm. Stärkmehl gleichzeitig zersetzt werden. In jeden Bottich kommen 5000 Kilogrm. Wasser mit 42 Kilogrm. Schwefelsäure und werden durch einströmenden Dampf zum vollen Sieden gebracht, Während der Zeit hat man in dem kleinen Bottich a Fig. 2 100 Kilogrm. Stärkmehl mit 150 Kilogrm. lauwarmem Wasser von 50° angerührt, dieses fliesst durch den Hahn c oder c′ entweder nach dem Bottich A oder A′, je nachdem der eine oder der andere gerade im Betriebe ist. Da das Abflussrohr durch die Dämpfe in den Bottichen stark erwärmt wird, so würde hier leicht eine Kleisterbildung und damit eine Verstopfung eintreten; um dieses zu vermeiden, ist das Rohr mit doppelten Wandungen versehen, und es wird in den Zwischenraum durch die Leitung T beständig kaltes Wasser geleitet, welches durch T′ wieder abfliesst und so es verhindert, dass das Rohr zu warm wird.

Die Flüssigkeit im Bottich wird beständig im Sieden erhalten und mit dem Zusatz der mit Wasser angerührten Stärke so lange fortgefahren, bis im Ganzen 2000 Kilogrm. mit 3000 Kilogrm. Wasser zugesetzt sind. Nach dem letzten Zusatz lässt man noch etwa 40 Minuten lang kochen, nimmt dann einen Tropfen heraus, lässt ihn auf einem Teller erkalten und fügt einen Tropfen Jodlösung zu. Diese darf weder eine blaue noch eine violette Färbung mehr hervorbringen, sollte damit noch eine Reaction eintreten, so fährt man fort zu kochen und prüft von Zeit zu Zeit bis keine Färbung der Flüssigkeit mehr entsteht. Man sperrt dann den Dampf ab und neutralisirt die Schwefelsäure mit Kreide. Diese wird in kleinen Quantitäten in fein gemahlenem Zustande,

mit Wasser zu einem dünnen Brei angerührt, durch das Maunloch j eingetragen. Es entsteht lebhaftes Aufbrausen von entweichender Kohlensäure, und es scheidet sich der sich bildende schwer lösliche schwefelsaure Kalk, Gips, ab. Wegen des Aufbrausens muss der Zusatz der Kreide mit Vorsicht geschehen, es dürfen immer nur kleine Quantitäten auf einmal gegeben werden, weil im entgegengesetzten Falle die Entwicklung der Kohlensäure so stürmisch werden könnte, dass ein Theil der Flüssigkeit mit den Gasblasen fortgerissen werden würde. Auf die angewandte Menge Schwefelsäure von 42 Kilogrm. gebraucht man im Ganzen 41—44 Kilogrm. Kreide. Man giebt so viel Kreide zu, bis die letzte Portion eben kein Aufbrausen mehr verursacht, oder besser bis ein Tropfen der Flüssigkeit blaues Lackmuspapier nicht mehr roth färbt. Einen grossen Ueberschuss von Kreide vermeidet man, weil dieser die Klärung der Flüssigkeit erschwert.

Nach beendigter Neutralisation lässt man die trübe Flüssigkeit durch einen Hahn und eine Rinne in das Reservoir A″ abfliessen, worin sie 10—12 Stunden lang in Ruhe bleibt, um den Gips absetzen zu lassen. Die klare Flüssigkeit kommt auf die mit gekörnter Knochenkohle gefüllten Filter H und fliesst von dort in die Reservoirs L. Zweckmässiger verwendet man statt dieser kleinen kastenförmigen Filter die grossen cylindrischen Filter, wie man sie in der Rübenzuckerfabrik hat, die wir dort beschreiben werden. Der in dem Reservoir A″ abgesetzte Schlamm von schwefelsaurem Kalk wird auf ein ähnliches Filter wie H gebracht, dies ist aber nicht mit Kohle gefüllt, sondern hat einfach einen mit Leinen überspannten Seihboden, auf welchem der Schlamm verbleibt und die Flüssigkeit abtropfen lässt. Diese wird ebenfalls durch Kohle filtrirt. Zur Gewinnung des noch in dem Schlamme enthaltenen Zuckers wird dann der schwefelsaure Kalk mit kaltem Wasser gewaschen. Die so resultirende Waschflüssigkeit wird nicht filtrirt, sondern wird zum Anrühren neuer Portionen Stärkmehl verwandt bei der nächsten Operation.

Die filtrirten Zuckerlösungen werden entweder mittelst einer Pumpe oder eines Montejus (s. Zuckerfabrikation) in das Reservoir M gehoben, und in die Rinne m geleitet. Diese liegt unmittelbar über der Dampfschlange E und ist mit kleinen Ausschnitten versehen, so dass die Zuckerlösung beständig gleichmässig über die übereinander liegenden Dampfröhren vertheilt wird. In Berührung mit den heissen Röhren verdampft ein Theil des Wassers, die concentrirte Flüssigkeit sammelt sich in einer Rinne und fliesst durch das Rohr q in das Reservoir r, von wo sie nach Bedarf durch die Röhren s in die Pecqueur'schen Dampfpfannen P P′ (deren Beschreibung s. Zuckerfabrikation) gezogen

wird. Die Dampfpfannen erhalten den Dampf durch das Rohr N vom Kessel, ein Dampfmantel leitet die aus der Zuckerlösung entweichenden Wasserdämpfe entweder in's Freie oder bei O in den Fabrikschornstein.

Die Verdampfung wird so weit fortgesetzt, bis die Flüssigkeit heiss 27° B. zeigt; beim Erkalten hat sie dann 33° B.

Der so erhaltene flüssige Syrup bleibt 2 Tage lang stehen, wobei sich der in der concentrirten Flüssigkeit nur noch wenig lösliche Gips zum grössten Theile ausscheidet. Die klar gewordene Flüssigkeit wird abgezogen und so an Brauer oder Honigkuchenbäcker verkauft. Für feinere Backwaaren und in der Liqueurfabrikation verlangt man einen möglichst farblosen Syrup, um diesen zu erhalten, filtrirt man nach der Ausscheidung des Gipses noch einmal über Knochenkohle und erhält so den Syrup farblos und blank.

Will man statt des Syrups Traubenzucker darstellen, so wendet man etwas mehr Säure bei der Verzuckerung an, 55—60 Kilogramm auf 2000 Kilogramm Stärkmehl und dampft den Syrup so weit ein, dass er heiss 34° oder nach dem Erkalten 39° B. wiegt. Man lässt dann in einem grösseren Behälter die Krystallisation beginnen und schöpft die krystallisirende Masse entweder in Fässer oder in Zuckerformen, wo das Ganze dann zu einer festen Masse erstarrt.

Zur Fabrikation von Confitüren, eingemachten Früchten, Fruchtsyrupen stellt man einen Syrop impondérable dar, indem man einen Theil des Dextrins unzersetzt löst. Es werden dabei auf 2000 Stärkmehl nur 14—15 Schwefelsäure angewandt, der Syrup wird bis 35° B., heiss gewogen, verdampft und dann siedend heiss durch ein mit Dampfmantel umgebenes Knochenkohlenfilter passirt.

Die Fabrikation der drei Producte ist daher im Wesentlichen gleich, sie unterscheidet sich nur dadurch, dass man bei der Darstellung des festen Zuckers die Verzuckerung möglichst weit treibt, um kein unzersetztes Dextrin zu haben, welches die Krystallisation verhindern würde. Beim Syrop impondérable will man keine Krystallisation, will aber eine hohe Concentration erzielen, man lässt desshalb absichtlich einen Theil des Dextrins unzersetzt und erhält so eine dichte, fast klebrige, in Wasser leicht lösliche Masse ohne Krystallisation. Beim gewöhnlichen Stärkesyrup wird annähernd vollständige Verzuckerung erstrebt, das Product wird aber nicht bis zur Krystallisationsfähigkeit verdampft. Der Syrop impondérable des Handels enthält ca. 11 Proc. Wasser und in seiner Trockensubstanz 42 Proc. Zucker und 58 Proc. Dextrin. Der Stärkesyrup von 33° B. enthält 30 Proc. Wasser und im wasserfreien Zustande 85—90 Proc. Zucker. Der Stärkezucker enthält 10—12 Proc. Wasser, wasserfrei 95—98 Proc. Zucker. Der Gehalt an schwefel-

saurem Kalk beträgt beim Zucker 0,5 Proc. beim Syrop impondérable 0,3 Proc.

Die Fabrikation des gekörnten Traubenzuckers ist von Fouschard in Neuilly eingeführt. Die Verzuckerung geschieht wie oben beschrieben, nur sorgt man für eine möglichst vollständige Umwandlung des Stärkmehls, da eine grössere Menge von Dextrin der Krystallisation des Zuckers sehr hinderlich sein würde. Nach beendigter Zuckerbildung wird die Flüssigkeit neutralisirt, sehr sorgfältig filtrirt und dann im Sommer bis 30° B., im Winter bis 28° B. (siedend gewogen) verdampft. In geräumigen Klärbassins lässt man den Gips sich abscheiden. Diese Bassins sind an einem kühlen Orte aufgestellt, oder man sorgt durch in Schlangenröhren cirkulirendes kaltes Wasser für eine rasche Abkühlung, um jede Gährung zu vermeiden. Nach Ablauf von 24—30 Stunden ist der Syrup kalt und geklärt, er wird dann zur Krystallisation in aufrecht stehende, oben offene Fässer gebracht, deren Boden siebförmig durchlöchert ist. Diese Oeffnungen sind während der Krystallisation mit kleinen Holzpflöcken verschlossen. Die Fässer stehen auf einem Balkengerüst über einer Rinne, die mit Blei ausgeschlagen ist. Nach 10—12 Tagen beginnt die Krystallisation und schreitet nach und nach weiter fort; sobald die Flüssigkeit etwa zu zwei Drittel mit Krystallen erfüllt ist, öffnet man die Löcher im Boden der Fässer und lässt den Syrup abtropfen. Der Syrup wird, um das darin enthaltene Dextrin in Zucker zu verwandeln, bei der nächsten Operation von Neuem mit Schwefelsäure gekocht.

Die abgetropften Krystalle werden auf Gipsplatten in den Trockenofen R R gebracht und in einem Luftstrome von 22—25° getrocknet. Würde man die Temperatur höher steigern, so würden die Krystallkörner in dem eingeschlossenen Syrup schmelzen und zusammenkleben. Solche Klumpenbildung kann man trotz aller Sorgfalt nicht ganz vermeiden, es wird daher der trockne Zucker zunächst gesiebt und das zurückbleibende zwischen einem Paar Stachelwalzen zerdrückt.

Die einzelnen Körner des Zuckers bestehen aus einer Masse von kleinen, um einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt gruppirten rhomboidalen Täfelchen.

Der gekörnte Traubenzucker ähnelt dem Rübenrohzucker sehr und wird zu dessen Verfälschung benutzt.

3. Rentabilitätsberechnung der Dextrin- und Traubenzuckerfabrikation.

Dextrin.

Unkosten:

2000 Kilogramm Stärkmehl à 28 Fr. .	Fr.	560. —
5 Kilogramm Salpetersäure	„	2. 50
Arbeitslohn	„	22. 50
Direction	„	20. —
Feuerung	„	27. —
Miethe, Unterhaltungskosten	„	45. —
Transport	„	10. —
Zinsen, unvorhergesehene Kosten, Verpackung		36. —
		723. —

Product:

1550 Kilogramm Dextrin à 50 Fr. . . .		813. 50
Gewinn		90. 50.

Traubenzucker.

Unkosten:

2000 Kilogramm Stärkmehl . . .	Fr.	560. —
50 „ Schwefelsäure . .	„	15. —
50 „ Kreide	„	1. —
Arbeitslohn	„	20. —
Direction, Bureaukosten, Erleuchtung	„	26. —
Feuerung	„	105. —
Miethe, Unterhaltungskosten . . .	„	56. —
Transport und Verpackung	„	50. —
400 Kilogramm Knochenkohle . . .	„	40. —
		873. —

Product:

2800 Kilogramm Syrup à 33 Fr. oder 1848 „ Zucker à 50 Fr.	„	924. —
Gewinn	Fr.	51. —

Bei sonst gleich bleibender Fabrikation verursacht die Darstellung des Sirop impondérable einen etwas grösseren Aufwand an Knochenkohle und an Dampf, der höhere Preis desselben, 65—70 Fr., macht aber diese Unkosten reichlich bezahlt.

4. Verwendungen.

Die Verwendungen des Traubenzuckers sind so beträchtlich, dass in Frankreich jährlich davon etwa 5 Millionen Kilogramm dargestellt werden. Trotzdem muss man erklären, dass die ganze Fabrikation im

Grunde auf einer Umgehung der auf die Zuckerfabrikation gelegten Besteuerung basirt, würde man die Stärkezuckerfabrikation ebenso wie die Rohrzuckerfabrikation besteuern, so würde sie mit einem Schlage zu Ende sein, da sie unter gleichen Bedingungen die Concurrenz des Rohrzuckers nicht ertragen könnte.

Als mehr oder weniger gefärbter Syrup wird der Stärkezucker von den Bierbrauern und Branntweinbrennern benutzt, und dient als Zusatz zum Zuckersyrup.

Der feste Zucker dient denselben Zwecken, vorzugsweise aber zum Gallisiren der Weine, bei der Darstellung der Obstweine.

Der Syrop impondérable namentlich zur Conservirung von Früchten etc., als Zusatz von Liqueuren, die aber nicht zu reich an Alkohol sein dürfen, weil sie sich sonst durch ausgeschiedenes Dextrin trüben.

Der gekörnte Zucker, wie oben erwähnt, zur Verfälschung des Rohrzuckers.

Schiessbaumwolle.

1. Entdeckung. Zusammensetzung. 2. Darstellung und Eigenschaften. 3. Verwendung in den Feuerwaffen und beim Sprengen der Felsen. Untersuchung. Ursachen von Unglücksfällen. Anhang: Nitroglycerin. 4. Collodium.

1. Entdeckung. Zusammensetzung.

Die im Jahre 1846 von Schönbein und bald darauf unabhängig von ihm von Boettger und Otto gemachte Entdeckung der Schiessbaumwolle erregte grosse Aufregung sowohl in der wissenschaftlichen, wie in der politischen Welt, da man damit in Besitz eines Zerstörungsmittels von ungewöhnlicher Gewalt gelangt zu sein glaubte. Das Wesentlichste dieser Entdeckung beruhte jedoch, wie man jetzt klarer erkennt, in einer verbesserten Bereitungsweise und in der technischen Verwendung von längst bekannten Gegenständen. Braconnot hatte schon im Jahre 1833 aus denselben Materialien, welche jetzt zur Darstellung der Schiessbaumwolle dienen, einen leicht entzündlichen Körper, den er Xyloidin nannte, dargestellt; 1838 beschäftigte sich Pelouze mit denselben und fand, dass er schon durch Stoss und Schlag zur Explosion zu bringen sei; bald darauf stellte Dumas dieselbe Substanz dar und nannte sie Nitramidin.

Die Schiessbaumwolle erhält man, indem man Cellulose irgend einer Art mit sehr concentrirter Salpetersäure behandelt. Die Salpetersäure wird dabei zersetzt, gleichzeitig tritt für jedes Atom zersetzter Salpetersäure aus der Cellulose 1 At. Wasserstoff aus und die Atomgruppe NO^2 tritt dafür in die Cellulose ein. Je nachdem nun die einwirkende Salpetersäure concentrirter oder verdünnter ist, je nachdem die Einwirkung längere oder kürzere Zeit dauerte, umsoviel mehr Atome NO^2 treten in die Cellulose ein, umsoviel mehr Atome Wasserstoff treten dabei aus. Es ist daher die Schiessbaumwolle nicht als eine Verbindung von constanter Zusammensetzung zu betrachten, sondern man muss eine Reihe von Nitrocellulosen annehmen und die Schiessbaumwolle, welche man gerade vor sich hat, ist entweder eine dieser Nitrocellulosen oder ein Gemenge verschiedener. Nur hierdurch ist es erklärlich, dass je nach der Bereitungsweise eine andere Zusammensetzung des Products gefunden wird.

Es wird dieses am verständlichsten werden, wenn wir uns die Cellulose vorstellen als einen mehrsäurigen Alkohol, z. B. als einen sechssäurigen Alkohol und denselben ableiten von dem Typus Wasser

$$\left.\begin{matrix} H^6 \\ H^6 \end{matrix}\right\} \Theta^6 \qquad \left.\begin{matrix} \overset{VI}{C}^{12}\ H^{14}\ \Theta^4 \\ H_6 \end{matrix}\right\} \Theta^6$$

Typus Wasser — Cellulose

In der Cellulose haben wir demnach sechs typische Atome Wasserstoff, die durch Säureradicale entweder sämmtlich oder theilweise, also auch durch das Radical der Salpetersäure, vertreten werden können.

Wir würden demnach erhalten bei der Einwirkung von 1 Atom Salpetersäure auf 1 Atom Cellulose:

$$\left.\begin{matrix} C^{12}\ H^{14}\ \Theta^4 \\ H^6 \end{matrix}\right\} \Theta^6 + \left.\begin{matrix} N\Theta^2 \\ H \end{matrix}\right\} \Theta =$$

Cellulose — Salpetersäure

$$\left.\begin{matrix} C^{12}\ H^{14}\ \Theta^4 \\ N\Theta^2 H^5 \end{matrix}\right\} \Theta^6 + \left.\begin{matrix} H \\ H \end{matrix}\right\} \Theta$$

Monitrocellulose — Wasser.

Bei der Einwirkung von 2 Atomen Salpetersäure:

$$\left.\begin{matrix} C^{12}\ H^{14}\ \Theta^4 \\ H^6 \end{matrix}\right\} \Theta^6 + 2\left(\left.\begin{matrix} N\Theta^2 \\ H \end{matrix}\right\} \Theta\right) =$$

$$\left.\begin{matrix} C^{12}\ H^{14}\ \Theta^4 \\ 2\,(N\Theta^2)\ H^4 \end{matrix}\right\} \Theta^6 + 2\left(\left.\begin{matrix} H \\ H \end{matrix}\right\} \Theta.\right)$$

Dinitrocellulose

Bei der Einwirkung von 3 Atomen Salpetersäure:

$$\left.\begin{matrix} C^{12}\ H^{14}\ \Theta^4 \\ H^6 \end{matrix}\right\} \Theta^6 + 3\left(\left.\begin{matrix} N\Theta^2 \\ H \end{matrix}\right\} \Theta\right) =$$

$$\left.\begin{matrix} C^{12}\ H^{14}\ \Theta^4 \\ 3(N\Theta^2)\ H^3 \end{matrix}\right\} \Theta^6 + 3\left(\left.\begin{matrix} H \\ H \end{matrix}\right\} \Theta\right)$$

Trinitrocellulose

Es würden daher diese Verbindungen ganz den zusammengesetzten Aethern analog zusammengesetzt sein, und hierfür spricht Manches. Erhitzt man sie, z. B. mit Kalihydrat, so verhalten sie sich ganz wie die zusammengesetzten Aether. Der Salpetersäure-Aethyläther z. B. verwandelt sich beim Kochen mit Kali in Aethylalkohol und salpetersaures Kali:

$$\left.\begin{matrix}C^2H^5\\NO^2\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}K\\H\end{matrix}\right\}O = \left.\begin{matrix}C^2H^5\\H\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}K\\NO^2\end{matrix}\right\}O$$

Salpetersäure-Aethyläther, Kalihydrat, Aethylalkohol, Salpetersaures Kali

$$\left.\begin{matrix}C^{12}\ H^{14}\ O^4\\3\,(NO^2)\ H^3\end{matrix}\right\}O^6 + 3\left(\left.\begin{matrix}K\\H\end{matrix}\right\}O\right) =$$

Trinitrocellulose, Kalihydrat

$$\left.\begin{matrix}C^{12}\ H^{14}\ O^4\\H^6\end{matrix}\right\}O^6 + 3\left(\left.\begin{matrix}K\\NO^2\end{matrix}\right\}O\right)$$

Cellulose, Salpeters. Kali.

In Berührung mit reducirenden Agentien, z. B. Schwefelwasserstoff in alkalischen Flüssigkeiten, Eisenchlorür, metallischem Quecksilber und Schwefelsäure verhält sich die Schiessbaumwolle ganz wie salpetersaure Verbindungen, es wird Cellulose regenerirt, während die Salpetersäure völlig zersetzt wird. Es ist dies ein Beweis dafür, dass das Radical der Salpetersäure in diesen Verbindungen die Stelle des typischen Wasserstoffs vertritt, und nicht, wie Manche annehmen, Wasserstoff ersetzend in das Radical eingetreten ist, weil in letzterem Falle bei der Einwirkung reducirender Agentien eine stickstoffhaltige Verbindung entstehen müsste, wie z. B. aus dem Nitrobenzol beim Einwirken von Schwefelwasserstoff in alkalischer Flüssigkeit, oder bei der Einwirkung von Eisenchlorür Anilin gebildet wird.

2. Darstellung und Eigenschaften.

Zur Darstellung der Schiessbaumwolle bereitet man sich ein Gemisch von 3 Volumen concentrirter Salpetersäure und 7 Volumen concentrirter Schwefelsäure. Nach dem Erkalten bringt man in 2 Liter dieses Gemisches 200 Grm. gut gereinigte Baumwolle und lässt sie eine Stunde lang mit der Flüssigkeit in Berührung. Nach dieser Zeit nimmt man die Schiessbaumwolle heraus, presst sie zuerst zwischen zwei Eisenplatten einer kräftigen Presse ab, um den grössten Theil der Säure zu entfernen und wirft sie dann in Wasser, um vollständig auszuwaschen. Die Säuren greifen bei der hohen Concentration die eisernen Platten nicht an. Leichter noch erfolgt die Entsäuerung und das Waschen in einer Centrifuge, deren Mantel die Schiessbaumwolle zurück hält, während die Säure abfliesst. Die concentrirte Säure fängt man für sich auf, um sie zu nutze zu machen. Nachdem diese entfernt ist, leitet man Wasser in die rotirende Trommel, es wird durch die Centrifugalkraft gegen die Schiessbaumwolle geschleudert, geht

hindurch und nimmt so alle anhängende Säure mit sich. Wenn das abfliessende Wasser nicht mehr sauer schmeckt, lässt man eine ganz verdünnte Sodalösung ($^1/_2{}^0$ B.) auffliessen, um damit die letzten Reste der Säure zu neutralisiren, wäscht von Neuem mit Wasser und lässt schliesslich die Schiessbaumwolle sich in der Centrifuge möglichst trocken laufen. Die letzte Trocknung geschieht bei gewöhnlicher Temperatur, in einem Luftstrome ohne künstliche Erwärmung.

Die Ausbeute beträgt bei sorgfältigem Arbeiten von 200 Grm. Baumwolle 332 Grm. Schiessbaumwolle.

Die an freier Luft getrocknete Schiessbaumwolle entzündet sich beim Erwärmen auf 175—185°, hat man sie aber unter Anwendung von Wärme getrocknet, so ist sie weit leichter entzündlich, sie explodirt dann schon unter der Temperatur des siedenden Wazsers, ja es sind Explosionen ohne alle äussere Veranlassung vorgekommen. Die Verbrennungsproducte sind verschieden, der Menge und Zusammensetzung nach je nach der verschiedenen Beschaffenheit der Schiessbaumwolle. So erhielten die einen Beobachter von 1 Grm. 483 CC. Gas auf 0° und 760 MM. reducirt, während Andere von 1 Grm. 588 CC. Gase erhielten. Die Verbrennungsgase bestehen aus Stickstoff, Stickoxyd, Cyan, Kohlenoxyd, Kohlensäure, Wasserdampf. Die Triebkraft der beim Entzünden in Geschützen sich entwickelnden Gase ist 2—6mal grösser als die eines gleichen Gewichtes Schiesspulver. Bei richtiger Darstellung unter Anwendung reiner Säuren und reiner Baumwolle findet eine vollständige Verbrennung statt, es verbleibt kein Rückstand, der die Geschütze verschmiert, es bildet sich keine Säure, welche ihre Wandungen angreift. Es sind dies die Vorzüge der Schiessbaumwolle vor dem Schiesspulver, sie hat aber gegen jenes den Nachtheil, dass die Gase zu momentan sich entwickeln, so dass auf die Dauer kein Geschütz ihrer Wirkung widersteht, sondern zersprengt wird.

Bei langer Aufbewahrung findet eine allmälige Zersetzung statt. Es entwickeln sich rothe Dämpfe, die Masse wird schmierig und zerfliesst schliesslich zu einem Syrupartigen Brei. Manchmal tritt lebhafte Zersetzung unter Explosion ein.

Die nach obiger Methode bereitete Schiessbaumwolle ist in Wasser und Alkohol völlig unlöslich, sehr schwer löslich in Aether und alkoholischem Aether, wenig löslich in Essigäther. In Bezug auf ihre Löslichkeit in Aether, alkoholischem Aether und Essigäther unterscheidet sie sich wesentlich von einer anderen Form, die man durch Behandlung von Baumwolle mit Kalisalpeter und Schwefelsäure erhält (s. u. Collodium).

Die Fabrikation der Schiessbaumwolle erfordert grosse Vorsicht, namentlich wenn man mit grossen Massen operirt.

Zunächst muss das Säuregemisch vollständig erkaltet sein, ehe man die Baumwolle einträgt. Dann muss man eine so grosse Menge von Säure anwenden, dass die Baumwolle darin vollständig untergetaucht ist, und man muss dafür sorgen, dass die Baumwolle möglichst rasch gänzlich von der flüssigen Säure bedeckt werde. Wenn ein Theil der Baumwolle aus der Flüssigkeit hervorragt, so tritt rasch eine Erhitzung, eine weiter gehende Zersetzung unter Entwicklung rother Dämpfe ein, und diese kann so weit gehen, dass die mit Säure durchdrungene Wolle sich entzündet.

Die Darstellung des explosiven Papiers ist dieselbe wie die der Schiessbaumwolle, nur erfordert sie besondere Vorsicht, um die Blätter während der Behandlung mit Säure und während des Waschens nicht zu zerreissen.

Zur Bereitung des explodirenden Stärkmehls, Pyroxam, sollte man das Stärkmehl zuerst vollständig trocknen, nach Payen im luftleeren Raume bei 125°. Nachdem man in einem verschlossenen Gefässe hat erkalten lassen, trägt man es in sein 15faches Gewicht der Säuremischung. Nach 6 Stunden wäscht man mit Wasser und trocknet im Luftstrome oder besser im luftleeren Raume bei gewöhnlicher Temperatur.

Alle diese Stoffe haben bei gleicher Bereitung gleiche Zusammensetzung, doch kann diese, wie oben erwähnt, eine sehr verschiedene sein, und damit werden auch die Eigenschaften, namentlich die Entzündlichkeit, andere. Im Allgemeinen kann man annehmen, dass die ballistische Kraft der Zersetzungsgase sich umgekehrt verhält wie die zur Entzündung erforderliche Temperatur, so dass die grösste Kraft von einem Präparate erwartet werden kann, welches sich erst bei etwa 180° freiwillig entzündet, während solche, die sich schon unter 100° entzünden, verhältnissmässig wenig Kraft geben werden. Die letzteren haben noch die nachtheilige Eigenschaft, dass sich unter ihren Verbrennungsproducten stets grössere Mengen von salpetriger Säure finden, durch deren Einwirkung die Geschütze verdorben werden, und deren Auftreten bei Sprengarbeiten in Bergwerken den Arbeitern Beschwerden beim Athmen macht.

Die verschiedene Beschaffenheit der Schiesspräparate ist ausser der Bereitungsweise auch ganz wesentlich auf die Beschaffenheit des Rohmaterials und namentlich auf dessen Dichtigkeit und Cohäsion zurückzuführen. Die aus zarten, dünnwändigen Röhrchen von gleichmässiger Cohäsion bestehende Baumwolle, welche dadurch sowohl der Einwirkung

der Säure die grösste Oberfläche darbietet und bei ihrer Gleichartigkeit die Entzündung sich rasch durch die ganze Masse fortpflanzen lässt, giebt daher, wenn sie frei von fremden Beimischungen ist, die besten Präparate, und nur diese sollte man in Feuerwaffen anwenden. Die Präparate, welche aus zerfaserten Lumpen von Baumwollen-, Leinen- oder Hanfstoffen und namentlich aus Papier dargestellt sind, sind wegen der verschiedenen Dicke und der verschiedenen Beschaffenheit der einzelnen Fasern ausserordentlich gefährlich, sie entzünden sich bei sehr niedriger Temperatur; solche Präparate haben zu den meisten Unglücksfällen und zum Zersprengen der meisten Geschütze geführt, die Flugweite der Projectile ist dabei eine geringe und unregelmässige. Es scheint dies davon zu kommen, dass die Verbrennung im Geschütze bei sehr niedriger Temperatur beginnt und sich dann plötzlich fast momentan beendigt.

Das Pyroxam ist sehr leicht entzündlich, es verbrennt zwischen 90 und 100°, es ist aber sehr unbeständig und zersetzt sich schon bei gewöhnlicher Temperatur, entweder rasch unter Explosion, oder allmälig unter Entwicklung von rothen Dämpfen, wobei es dann zu einer syrupartigen Masse wird; diese Veränderung geht namentlich rasch bei Zutritt feuchter Luft vor sich.

Die freiwillige Zersetzung sämmtlicher Präparate erfolgt um so leichter, wenn sie eine Spur von freier Säure zurückhalten; man kann daher beim Auswaschen nicht Sorgfalt genug anwenden. Eine weitere Veränderung erfolgt durch Erwärmen. Die freiwillige Entzündlichkeit erfolgt bei um so niederer Temperatur, wenn man die Präparate längere Zeit bei 50—60° erhält. So braucht man die sonst erst bei 180° sich entzündende Schiessbaumwolle nur 12 Stunden lang bei einer Temperatur von 55—60° zu erhalten, um sie so zu verändern, dass sie schon bei 100° sich entzündet.

Die verschiedene Entzündlichkeit der Präparate lässt sich leicht zeigen. Man bedient sich dazu dreier etwas starkwandiger Glasröhren, bringt in eines derselben Nitrostärkmehl, Pyroxam, in das andere explosives, nicht vollständig ausgewaschenes Papier, in das Dritte gute Schiessbaumwolle und erhitzt alle drei in einer gesättigten Kochsalzlösung. Das Pyroxam wird zuerst verpuffen, nach einiger Zeit, wenn die Flüssigkeit wärmer geworden, folgt das Papier, während die Baumwolle selbst beim vollen Kochen des Kochsalzbades unverändert bleibt.

Die Entzündungstemperatur der guten Baumwolle ist aber weit niedriger als die des Schiesspulvers. Man kann dies zeigen, indem man auf einen Bogen Papier etwas Schiesspulver streut, einige Flocken Schiessbaumwolle darauf legt und nun den Bogen in einiger Entfernung über

ein Licht hält. Nach kurzer Zeit sieht man die Baumwolle plötzlich abbrennen, während das Pulver unverändert bleibt.

3. Verwendung der Schiessbaumwolle in den Feuerwaffen und beim Sprengen von Felsen. Untersuchung der Schiessbaumwolle. Ursachen von Unglücksfällen.

Bei der Verwendung in Feuerwaffen bedarf man zu gleicher Leistung höchstens ein Viertel soviel Schiessbaumwolle als Schiesspulver. Patronen für Jagdgewehre, welche 3,2 Grm. Pulver fassen, dürfen höchstens mit 0,8 Grm. Schiessbaumwolle gefüllt werden. Bei Kriegsgewehren mit Kugeln von 25 Grm. bringen 2 Grm. Schiessbaumwolle denselben Effect hervor wie 8,9 Grm. Pulver. Es scheint, dass die Verschiedenheit zwischen dem Pulver und der Schiessbaumwolle in den grösseren Geschützen geringer wird.

Die verschiedene Kraft steht nicht im Verhältniss zu den von beiden Materialien erzeugten Gasen. Ein Kilogramm Schiesspulver liefert bei der Verbrennung 450—500 Liter Gase, während ein gleiches Gewicht Schiessbaumwolle 600—800 Liter producirt (beide auf 0° und 760 MM. reducirt). Die häufig beobachtete vierfach grössere ballistische Kraft der Baumwolle lässt sich daher nur dann begreifen, wenn man annimmt, dass die bei der Verbrennung der Baumwolle sich bildenden Gase eine weit höhere Temperatur annehmen und sich also beträchtlich mehr ausdehnen als die des Pulvers.

Die Schiessbaumwolle hat vor dem Schiesspulver folgende Vorzüge: Da man ein kleineres Gewicht bedarf, so ist der Transport leichter; sie wird beim Durchnässen, selbst beim Eintauchen in Wasser nicht verändert; sie verschmiert die Waffen nicht; der Hagel wird weniger zerstreut als beim Schiessen mit Pulver. Dieser letztere Effect, der von mehreren Jägern constatirt wurde, lässt sich begreifen, wenn man annimmt, dass die vollständige Zersetzung der Baumwolle in einem sehr kleinen Raume des Gewehrs sich vollzieht, es wird dann den Hagelkörnern die ganze Geschwindigkeit der Bewegung ertheilt, ehe sie das Rohr verlassen; die Explosion des Pulvers erfordert dagegen längere Zeit, sie erfolgt in der ganzen Länge des Rohres und setzt sich noch ausserhalb desselben fort, wodurch dann natürlich der Lauf der einzelnen Körner seitlich von der geraden Linie abgerückt werden muss.

Den Vortheilen stehen jedoch sehr gewichtige Nachtheile entgegen, die bisher eine allgemeinere Verwendung noch nicht zugelassen haben: Der bedeutend höhere Preis, die Schiessbaumwolle kostet 8—9 Fr., das Pulver 1 Fr. 50 C. pro Kilo; der wesentlichste Nachtheil ist aber die Zerstörung der Geschütze, die schon oben angedeutet ist.

Die Eigenschaft der Schiessbaumwolle, durch den Schlag zu explodiren, hat man verwenden wollen, um Percussionszündhütchen mit Baumwolle zu füllen, jedoch bis jetzt ohne Erfolg.

Die Effecte des explodirenden Papiers sind unregelmässig und äussern sich verhältnissmässig mehr auf die Geschützwand als auf das Projectil. Diese Uebelstände treten um so mehr hervor, je dicker das Papier ist. Man ist daher von der versuchten Verwendung des Papiers völlig zurückgekommen.

Die günstigsten Erfolge hat man von der Schiessbaumwolle beim Sprengen von Gesteinen in Bergwerken und Steinbrüchen erzielt, da hier die ganze Explosivkraft zur Verwendung kommt und die Nachtheile nicht zu berücksichtigen sind; der allgemeineren Verwendung steht nur der hohe Preis entgegen, der durch die grössere Kraft bis jetzt nicht aufgewogen wird. Bei zweckmässig eingerichteter Fabrikation steht jedoch zu erwarten, dass dieser sich allmälig erniedrigen werde, dadurch, dass man die Säure zum grössten Theile wieder zu gute machte. Beim Auspressen oder Centrifugen lassen sich ca. 70 Proc. des Säuregemisches unmittelbar wieder gewinnen, durch den Austritt des Wassers aus Säure und Cellulose ist es aber zu verdünnt und zu arm an Salpetersäure geworden, als dass man es ohne weiteres wieder verwenden könnte; durch Zusatz einer grösseren Menge von Schwefelsäure und etwas Salpetersäure würde es sich wohl wieder auf die erforderliche Concentration bringen lassen, es dürfte aber zweckmässiger sein, es auf andere Weise zu gute zu machen, entweder indem man es an eine Schwefelsäurefabrik abgibt, oder wahrscheinlich auch auf die Weise, dass man es in Destillirapparaten gelinde erwärmt, wobei die Salpetersäure überdestilliren würde, während eine wasserhaltige Schwefelsäure zurückbliebe.

Die Explosionskraft der Schiessbaumwolle wird noch wesentlich erhöht, wenn man dieselbe mit salpetersaurem oder chlorsaurem Kali mischt, indem man sie mit den Lösungen dieser Salze tränkt und sie dann trocknen lässt.

Untersuchung der Schiessbaumwolle. Als Verfälschungsmittel der Schiessbaumwolle kann wohl nur gewöhnliche Baumwolle dienen. Beide erkennt man neben einander mit Hilfe des Mikroskops, befeuchtet man sie mit Jodlösung und setzt man einen Tropfen Schwefelsäure zu, so färbt die Schiessbaumwolle sich gelb, während die Baumwolle die Cellulose-Reaction zeigt und blau wird. Ausserdem genügt schon der blosse Anblick, die Baumwolle zeigt sich hell durchscheinend, aus feinen, röhrenförmigen Zellen bestehend, während die Schiessbaumwolle gänzlich verändert ist und den Zellcharakter nicht mehr erkennen lässt.

Wahrscheinliche Ursache der freiwilligen Explosionen. Bei verschiedenen Gelegenheiten sind die heftigsten Explosionen vorgekommen, ohne dass man einen bestimmten Grund dafür anzugeben wüsste, in Fabriken und Magazinen, die mehrere Tage lang nicht betreten waren. Wahrscheinlich liegt die Ursache in der bei einer allmäligen Zersetzung frei werdenden Wärme, die, durch schlechte Wärmeleiter zusammengehalten, sich nicht verbreiten konnte und dann irgend eine Partie zur Entzündungstemperatur erhitzen und so das Ganze zum Explodiren bringen musste. Dieses musste natürlich noch befördert werden, wenn den schwerer entzündlichen leichter entzündliche Präparate beigemischt waren. Auf diese Ursache führt PAYEN eine in Vincennes vorgekommene Explosion zurück. Die dort befindliche Schiessbaumwolle war aus Hanf dargestellt; nach MALAGUTTI's Beobachtungen sollen manche Hanfarten Stärkmehl enthalten. Dieses würde dann das am leichtesten zersetzbare und entzündliche Pyroxam geliefert und so wahrscheinlich die Nitrocellulose entflammt haben.

Dass Unglücksfälle bei der Füllung von Racketen vorgekommen sind, wo man mit grosser Gewalt die aus Schiessbaumwolle bestehende Füllung in die Hüllen eintrieb, ist nicht zu verwundern, da man weiss, dass blosser Stoss und Schlag genügt, um Explosion hervorzubringen.

Anhang: Nitroglycerin.

Seit den letzten Jahren hat man die gefährliche Schiessbaumwolle durch das noch weit gefährlichere Nitroglycerin oder das sogenannte NOBEL'sche Sprengöl zu ersetzen gesucht, dessen Explosionskraft die der Baumwolle noch übertrifft.

Es hat die durch die Formel

$$\left.\begin{matrix} \overset{\prime\prime\prime}{C^3}H^5 \\ 3(NO^2) \end{matrix}\right\} O^3$$

ausgedrückte Zusammensetzung und ist der Salpetersäure-Aether des Glycerins, des von den Fetten sich ableitenden Alkohols. Zu seiner Bereitung lässt man 500 Grm. Glycerin in ein erkaltetes Gemisch von 2200 Grm. concentrirter Schwefelsäure und 1100 Grm. höchst concentrirter Salpetersäure langsam einfliessen, lässt 10 Minuten lang stehen und giesst die Flüssigkeit unter stetem Umrühren in ihr sechsfaches Volum kalten Wassers. Es scheidet sich dabei das Nitroglycerin als ein sehr schweres Oel ab, welches durch Waschen mit Wasser von Säure befreit wird. Es hat alle explosiven Eigenschaften der Schiessbaumwolle, nur noch in höherem Maasse wie diese, rasche Erwärmung, Stoss, Schlag bringen es sofort zur Explosion, wodurch bereits eine grosse Reihe von Unglücksfällen herbeigeführt ist. Eine besondere Gefahr liegt darin,

dass es bei niedriger Temperatur zu einer krystallinischen Masse erstarrt, die bei dem Versuch, sie rasch schmelzen zu machen, sofort explodiren kann.

Beim Sprengen giesst man ein Quantum Nitroglycerin durch einen langen Trichter in das Bohrloch, verschliesst dieses mit Sand und entzündet mit einem langen Zündfaden. Die Wirkungen sind staunenerregend.

Unter dem Namen Dynamit kommt gegenwärtig ein Nitroglycerinpräparat vor, welches die Gefahren desselben nicht hat und nur durch directe Entzündung, nicht aber durch Stoss und Schlag zur Explosion zu bringen sein soll.

4. Collodium.

Unter dem Namen Collodium versteht man eine Lösung von Schiessbaumwolle in alkoholhaltigem Aether. Die gewöhnliche mittelst Salpetersäure und Schwefelsäure bereitete Schiessbaumwolle löst sich, wie oben erwähnt, in alkoholischem Aether nicht. Ein Präparat mit ganz anderen Eigenschaften erhält man, wenn man die Salpetersäure gewissermassen im Entstehungszustande auf Baumwolle einwirken lässt. Dieses ist weniger entzündlich, verbrennt beim Entzünden langsam, häufig unter Hinterlassung eines Kohle-haltigen Restes und löst sich mit grösster Leichtigkeit in einer Mischung von Alkohol und Aether zu einer dicklichen Flüssigkeit, die beim Verdunsten des Lösungsmittels die Schiessbaumwolle entweder als harte, hornige Masse, oder, wenn man dünne Schichten verdunsten lässt, als feine, zusammenhängende, durchsichtige Membran zurücklässt.

Zur Bereitung verwendet man eine möglichst reine, von allen Knoten befreite, schneeweisse Baumwolle, nur wenn man auf die Auswahl der besten Baumwolle Rücksicht nimmt, ist es möglich, ein Collodium von der Farblosigkeit zu erhalten, wie es im Handel verlangt wird. Die Baumwolle wird mit einem Gemisch von Kalisalpeter und Schwefelsäure behandelt und zwar in dem Verhältniss von 1 Th. Baumwolle, 10 Th. salpetersaures Kali, 30 Th. Schwefelsäure. Alle Materialien müssen vollkommen wasserfrei sein, die Baumwolle bleibt in abgewogenen Quantitäten bis zum Augenblicke ihrer Verwendung in einem geheizten Trockenschrank; das salpetersaure Kali sehr fein gepulvert wird in einzelnen Portionen abgewogen und in Schalen im Sandbade scharf getrocknet; die Schwefelsäure muss reines Vitriolöl sein.

In einem geräumigen, nicht zu tiefen Topfe rührt man das salpetersaure Kali mittelst eines Porzellanspatels mit der Schwefelsäure zusammen und trägt dann sofort die Baumwolle ein, wobei man dafür

Sorge trägt, dass die Baumwolle stets von der halbflüssigen Mischung bedeckt bleibe, was man durch unablässige Bearbeitung mit dem Spatel erreicht. Nach etwa einer halben Stunde nimmt man die Schiessbaumwolle heraus und wäscht mit Wasser wie es oben beschrieben ist. Hat man nicht völlig wasserfreie Materialien und hat man namentlich eine etwas schwächere Schwefelsäure angewandt, so muss man die Einwirkung bedeutend länger dauern lassen, man kann dann die Mischung 24 Stunden lang stehen lassen. Unter Einhaltung der erwähnten Bedingungen ist jedoch die viel kürzere Berührung genügend, um ein klar sich lösendes Präparat zu erhalten.

Die getrocknete Baumwolle übergiesst man mit soviel Alkohol, als sie aufsaugen kann und fügt dann Aether hinzu. Man bemerkt schon nach Zusatz von wenig Aether wie die einzelnen Fasern aufquellen, bei mehr Aether entsteht ein dicklicher Brei, den man dann mit Aether so weit verdünnt, bis die Flüssigkeit die gewünschte Consistenz erlangt.

Das Collodium hat zwei grosse Verwendungen: in der Chirurgie und in der Photographie, die beide darauf beruhen, dass seine Lösung beim Verdunsten eine festzusammenhängende, völlig durchsichtige Membran hinterlässt. Auf Wunden gestrichen klebt diese Membran die Wundränder zusammen und hält den Luftzutritt ab, wodurch die Heilung sehr befördert wird. Eine für chirurgische Zwecke sehr wünschenswerthe Geschmeidigkeit ertheilt man der Membran dadurch, dass man dem Collodium einen geringen Zusatz von Ricinusöl giebt, auf 100 Th. Collodium etwa 1 Th. Oel.

In der Photographie ist die Collodiumschicht, welche man auf einer Glastafel erzeugt, der Träger des in ihr sich bildenden negativen Bildes.

Berard Tousselin verwendet das Collodium zur Anfertigung künstlicher Blumen und Blätter. Das dazu dienende Präparat wird dargestellt aus

100 Th. Aether,
6 „ Collodiumwolle,
5—8 „ frischem, kalt gepresstem Ricinusöl.

Die Collodiumwolle wird mit dem Aether übergossen und bleibt einige Tage stehen, um die Flüssigkeit sich völlig klären zu lassen, diese wird dann abgegossen und im Wasserbade in einem Destillationsapparate bis auf ein Drittel verdampft, der Rückstand wird mit dem Ricinusöl und dann mit sehr fein geriebenen Farbstoffen gemischt. Je nach der gewünschten Farbe verwendet man Lampenruss, Zinkweiss, Chromgelb, Ultramarin, Schweinfurther Grün, letzteres für Blätter.

Die gefärbte Flüssigkeit giesst man auf Glastafeln, lässt sie ver-

dunsten und erhält so eine zusammenhängende Membran, die in einem Stücke von der Glastafel abgehoben wird. Diese wird in warmen Metallformen gepresst und nimmt die zartesten Eindrücke und jede beliebige Gestalt an.

Zur Darstellung von Blättern bereitet man die Formen auf dem Wege des Naturselbstdruckes. Die Blätter werden mit den Rippen nach oben gekehrt auf eine Glastafel gelegt und so mit einem sehr feinen Gipsbrei übergossen. Nach dem Erstarren des Gipses hebt man das Blatt ab, tränkt die Form auf gewöhnliche Weise mit Wachs oder Stearin, macht die innere Seite, den Abdruck durch Bestäuben mit Graphit leitend und lässt einen galvanischen Niederschlag sich bilden. Dieser wird, wenn er genügende Stärke erlangt hat, mit Bronze untergossen und dann in einer kräftigen Presse in Weichblei abgeprägt. So erhält man die beiden Hälften der Form, zwischen welche man das Collodiumblatt legt, auf 100° erwärmt und dann presst.

Eine weitere nützliche Verwendung des Collodiums lässt sich in den Künsten von demselben machen. Bleistiftzeichnungen werden durch Ueberziehen mit Collodium völlig unverwischbar und unveränderbar.

Getreide.

1. Conservirung des Getreides. Die Feinde des Getreides.

In solchen Ländern, wo der Ackerbau die Hauptbeschäftigung der Bevölkerung ausmacht, wo eine verhältnissmässig geringe Einwohnerzahl grosse Culturflächen bedeckt, wird regelmässig jährlich, wenn nicht besonderer Misswachs eintritt, bedeutend mehr Getreide producirt als consumirt. In anderen Gegenden mit grösserer Einwohnerzahl kommen Jahre des Ueberflusses vor, wo der Zuwachs den Bedarf übersteigt. Unter solchen Verhältnissen ist die Erhaltung, die Verhütung des Verderbens jener Schätze von Nahrungsmitteln von grösster Wichtigkeit, um sie in gutem Zustande längere Zeit aufbewahren oder sie unverdorben andern Gegenden zuführen zu können.

Die Sorgfalt für die Erhaltung hat schon bei der Ernte zu beginnen, denn hier wird häufig der Grund zum späteren Verderben gelegt, oft genug verdirbt schon auf dem Felde durch nachlässige Behandlung eine grosse Menge von Korn. Die Ursache dieses Verderbens ist der ungehinderte Zutritt der Feuchtigkeit und des Regens, wodurch das Korn in der Aehre zur Keimung kommt, durch Auswachsen an Werth verliert, von Pilzen befallen wird, schimmelt und fault. Wenn auch der Regen nicht abzuhalten ist, so lässt sich doch durch eine zweckentsprechende Aufstellung der Garben das Eindringen desselben sehr verringern und so den nachtheiligen Einflüssen desselben möglichst vorbeugen.

Ein hierzu dienendes Verfahren ist das sog. Puppen des Getreides, welches im Wesentlichen darin besteht, dass man eine Anzahl Garben aufrecht zusammenstellt und eine andere Garbe so darüberstülpt, dass diese mit abwärts gerichteten Aehren gewissermassen ein Dach für die übrigen bildet. Das Puppen wird auf verschiedene Weisen ausgeführt. Man stellt entweder vier Garben dicht zusammen, oder bildet aus neun Garben ein dicht geschlossenes Ganze, oder man bringt eine

Garbe in die Mitte und stellt neun Garben, immer mit aufwärts gerichteten Aehren um diese herum, das Ganze wird mit einem Stricke oben fest zusammengeschnürt, wie in Fig. 25 dargestellt, und dann mit einer anderen Garbe bedeckt, wie Fig. 26 zeigt.



Fig. 25. Fig. 26.

Das Puppen schützt die Körner vollständig vor dem Einfluss der Feuchtigkeit, das Regenwasser fliesst an dem abwärts hängenden Stroh der Deckgarbe rasch herab, ohne in's Innere einzudringen und ohne die Deckgarbe selbst zu beschädigen, weil der geringste Luftzug hinreicht, um die ganz frei hängenden Aehren der letzteren wieder abzutrocknen. Das Puppen gewährt ausserdem den grossen Vortheil, dass man das Getreide bereits in der Gelbreife mähen und es in den Garben nachreifen lassen kann, wobei die in den Halmen noch enthaltenen Saftbestandtheile sich in dem Korne concentriren und so ein reicheres, besseres Korn produciren lassen. Es hat dagegen den Nachtheil, dass es mehr Arbeit und Zeit erfordert als das gewöhnliche Verfahren, und der Mangel an Arbeitskräften, der während der Erntezeit am fühlbarsten ist, erklärt es wohl, dass diese Methode, trotz ihrer allseitig anerkannten Vorzüge, so wenig angewandt wird.

Gleichen Schutz gewährt das Aufstiegen der Garben, wenn die Stiegen auf ähnliche Weise gedeckt werden. Es werden dabei die Garben nicht im Kreise, sondern in zwei gegen einander geneigten Reihen, mit aufwärts gerichteten Aehren dachförmig gegen einander gestellt und diese Stiegen werden durch Deckgarben, mit abwärts gerichteten Aehren überstülpt, wodurch der Regen ebenfalls abgehalten, dem Luftzuge aber durch die dachförmige Aufstellung freierer Zutritt gestattet wird. Auch bei diesem Verfahren kann man die Ernte vor der vollständigen Reife vornehmen und dabei die Menge und Haltbarkeit des Kornes vermehren.

Nicht allein aber bei der Ernte, sondern auch noch auf dem Spei-

cher ist das Korn mannigfachen Ursachen des Verderbens ausgesetzt. Man bekämpft diese durch die grösste Sorgfalt und durch verschiedene Methoden der Conservirung. Jedoch verliert man trotz der gewöhnlichen Vorsichtsmassregeln häufig in einem Jahre mehr als 12 Procent des geernteten Kornes.

Die grössten Verheerungen werden auf dem Speicher durch Insecten herbeigeführt, ausserdem lässt Feuchtigkeit im Korn verschiedene Gährungs- und Fäulnissprocesse eintreten, ausserdem wird durch Mäuse, Ratten und ähnliche Thiere manches Korn verzehrt.

Zwei verschiedene Arten von Insecten sind die grössten Vertilger des Kornes: der schwarze Kornwurm: Curculio granarius L.; Calandra granaria Fdb., Sitophilus granarius Schoenh. und der weisse Kornwurm oder die Kornmotte: Tinea granella L., Alucita granella Fabr.

Der schwarze Kornwurm gehört zur Familie der Rüsselkäfer, er ist etwa 2 MM. lang, ist im jugendlichen Zustande hellbraun, wird allmälig dunkler und schliesslich fast schwarz. Während des Winters hält sich der Käfer in Fugen und Ritzen der Balken und Bretter auf, bei Beginn der warmen Jahreszeit kommt er hervor, begattet sich, worauf das Weibchen 100—150 Eier legt und zwar je eines in ein Getreidekorn, welches sie zu dem Behufe anfrisst und ihr Ei dicht unter die Samenschale bringt. Aus den Eiern entschlüpfen bald die mit starkem Gebiss versehenen Maden, denen der Inhalt des Kornes zur Nahrung, die Hülse als Wohnung dient. Sie verpuppen sich darin und sechs Wochen nach dem Legen des Eies ist ein neuer Käfer fertig, der sofort seinen Vermehrungsprocess vornimmt, so dass nach kurzer Zeit eine Masse dieses Ungeziefers vorhanden ist. Zwölf Paare dieses Gesindels bringen während der warmen Zeit 75000 Individuen hervor, nimmt man an, dass diese zwölf Paare in einem Hectoliter Weizen sich einnisten und dass jedes seiner Nachkommen nur 3 Körner verzehre, so ergiebt sich schon hieraus ein Verlust von 12 Procent des Korns. Die Käfer vollbringen ihr Zerstörungswerk um so vollständiger, je mehr Ruhe ihnen vergönnt ist, man kann sie ziemlich beschränken, wenn man sie in ihrer Ruhe stört, durch Umschaufeln und Sieben des Kornes. Sie wandern dann aus dem Haufen aus und verbergen sich so lange, bis die Ruhe wieder hergestellt ist. Kräftigem Luftzuge und namentlich der Winterkälte widerstehen sie nur schwer, es ist daher eine starke Ventilation des Speichers ein ziemlich sicheres Schutzmittel.

Der weisse Kornwurm oder die Kornmotte ist ein kleiner, zu den Schaben gehörender Schmetterling, er hat hellgelbe, schwarzgefleckte Vorderflügel und schwarzgraue Hinterflügel. Er erscheint mit

Beginn der warmen Jahreszeit, das Weibchen legt zwei Wochen lang ihre Eier und klebt diese entweder einzeln oder zu zwei an ein Getreide-, mit Vorliebe an Roggenkorn. Nach kurzer Zeit entschlüpft dem Ei eine gelbe Made, frisst sich in das Korn ein, geht von diesem in ein zweites und so fort bis gegen Ende des Sommers, um dann zur Raupe zu werden. Als Raupen überwintern sie, verpuppen sich im Frühjahr und verwandeln sich im Anfang des Sommers in Schmetterlinge.

Das Umschaufeln und Sieben ist nur ein unvollkommenes Hülfsmittel gegen diese lästigen Insecten, denn wenn es auch momentanen Schutz gewährt, so kommen doch die Käfer und Raupen mit Ausnahme derer, die bei dieser Operation wirklich zerstört sind, sofort in das Korn zurück.

Ausser den Insecten bereiten Gährungs- und Fäulnissprozesse manchen Schaden dem Korne. Ist dieses zu frisch gedroschen, noch etwas feucht auf den Speicher gebracht, so tritt leicht Erhitzung ein, Pilze sammeln sich und verschiedene Gährungen sind ihr Werk, die dann gewöhnlich mit Fäulniss enden; der Fäulniss sind ferner ganz besonders die von Insecten angefressenen Körner ausgesetzt.

Zur Conservirung des Getreides sind verschiedene Methoden empfohlen und mit mehr oder weniger günstigem Erfolge eingeführt. Sie bezwecken:

1) Eine Durchlüftung oder Ventilation des Getreides, durch Bewegung unterstützt;

2) eine vollständige Austrocknung mittelst heisser Luft;

3) eine Aufbewahrung in dicht verschlossenen Erdgruben, Silos, in trockenem Boden. Das letztere Verfahren ist in südlichen Gegenden, im südlichen Frankreich, Spanien, Afrika mit günstigem Erfolge eingeführt, selbstverständlich kann aber nur an solchen Orten davon Gebrauch gemacht werden, wo der Boden einen genügenden Grad von Trockenheit besitzt.

Von diesen verschiedenen Methoden ist bei der Construction der folgenden Apparate Gebrauch gemacht.

2. Vallery's Conservirungsapparat.

(Grenier mobile.)

Vallery hat unter dem Namen beweglicher Speicher einen Apparat construirt, der allen Anforderungen entspricht und ohne grosse Kosten zu beschaffen ist. Dieser Apparat wurde der Kenntniss der französischen Academie der Wissenschaften, der Central-Ackerbau-Gesellschaft, der Société d'encouragement, der Central-Jury der Ausstel-

lungen von 1839 und 1844 unterbreitet und von sämmtlichen mit den höchsten Belohnungen, über die sie zu verfügen hatten, geehrt.

Die Commission der Academie der Wissenschaften und der Central-Ackerbau-Gesellschaft haben folgende Versuche damit angestellt:

In 2 Hectoliter Weizen wurden 5—6000 Exemplare des schwarzen Kornwurms gebracht, sie wurden 11 Tage der Ruhe überlassen, um sie in ihrem Vermehrungsgeschäfte nicht zu unterbrechen; als darauf der Apparat 3 Tage lang in Thätigkeit gesetzt wurde, waren alle Käfer ausgetrieben, nach Ablauf von 21 Tagen waren auch alle Maden vertilgt.

Bei einem zweiten Versuch wurden 37—38000 Käfer aus 20 Hectolitern Getreide in drei Tagen vertrieben.

In einem dritten Versuche endlich wurde nasser Weizen, der so viel Feuchtigkeit enthielt, dass sein Volum durch die Quellung sich um 16 Proc. vergrössert hatte, in 20 Stunden vollständig ausgetrocknet.

Aus diesen Versuchen folgern die Commissäre, dass der ventilirte, bewegliche Speicher das Getreide beim Einspeichern vom Kornwurm befreie, dass er das Korn vor späterer Zerstörung bewahre, indem er dem Wurme und anderen Insecten den Zutritt völlig verwehre, dass der Apparat die Gährung und Erhitzung des Kornes durch die Durchlüftung verhindere und endlich dass in dem Apparat in demselben Kubikraum die vierfache Menge Getreide aufgespeichert werden könne, als im gewöhnlichen Speicher.

Der Apparat ist in Fig. 27 im Querdurchschnitt, in Fig. 28 im Längendurchschnitt dargestellt. Er besteht im Wesentlichen aus einem

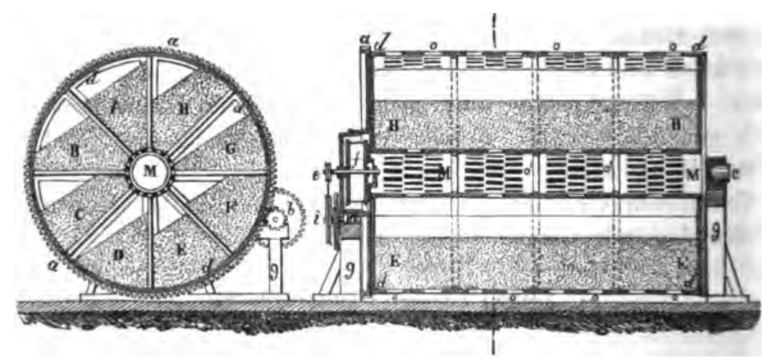


Fig. 27. Fig. 28.

grossen hölzernen Cylinder d d, dessen Mantel aus starken Dauben angefertigt und durch eiserne Reifen zusammengehalten wird. Im Innern von d findet sich ein weit kleinerer Cylinder M M, beide sind durch starke gusseiserne Endplatten unter sich verbunden und zugleich an den

Enden geschlossen. Rings um den Umfang beider Cylinder ist eine grosse Anzahl von länglich-viereckigen, mit Drahtgaze überzogenen Oeffnungen o o' vertheilt. Der zwischen den beiden Cylindern befindliche Raum ist durch Scheidewände in acht gleich grosse, zur Aufnahme des Getreides bestimmte Räume A, B, C . . . H getheilt, und von diesen ist jeder noch einmal durch drei Querwände in vier kleinere Abtheilungen gebracht, wodurch der ganze Speicher in 32 einzelne Räume zerfällt. Der Cylinder ruht auf einem starken Holzgerüst g und lässt sich mittelst eines Triebes und Vorgeleges leicht um seine Axe drehen, indem das Zahnrad b in den am einen Ende befindlichen Zahnkranz a eingreift. Während der Cylinder auf diese Weise langsam bewegt wird, wird gleichzeitig die Flügelwelle eines Ventilators f durch die Riemenscheiben i e in sehr rasche Bewegung gesetzt. Der Ventilator steht mit seiner Zuströmungsöffnung mit dem inneren Raume M in Verbindung, wodurch die Luft gezwungen wird, durch die Oeffnungen o des äusseren Mantels einzutreten, durch das Korn hindurch zu gehen, schliesslich wird sie durch den Ventilator ausgetrieben. Der starke Durchzug der Luft trocknet das Korn vollständig aus, die Bewegung des Korns stört die Würmer, reibt die anhaftenden Eier ab und lässt diese durch die Maschen der Drahtgaze absieben, während das Korn nicht durch deren Oeffnungen fallen kann.

Zum Füllen und Entleeren sind einzelne der Drahtgazen in jeder Abtheilung in Rahmen gefasst und in Schiebern beweglich. Beim Füllen wird ein Trichter aufgesetzt und das Korn aus den Säcken eingeschüttet, ebenso, nur in umgekehrter Richtung, wird beim Entleeren verfahren. Einspeicherung und Entleerung erfolgt daher ungemein leicht.

Der innere Raum des Cylinders fasst im Ganzen 1400 Hectoliter, wovon aber, um die Bewegung des Korns zu ermöglichen, nur 1000 Hectoliter ausgenutzt werden können. Er ist 9 Meter lang und hat einen Durchmesser von 4,66 MM. Das Gewicht des leeren Apparates beträgt 20000 Kilogramm. Seine Herstellungskosten sind auf 6600 Fr. zu veranschlagen.

Mittelst des Vorgeleges kann die Umdrehung durch eine Kurbel durch Menschenkraft bewirkt werden. Jede Umdrehung ist einem einmaligen Durchschaufeln gleich zu achten. Die Kosten einer Umdrehung durch Arbeiter verhalten sich zu denen des Durchschaufelns wie 1 : 56; diese Kosten werden aber bedeutend verringert, wenn man in grossen Magazinen mehrere solcher beweglichen Speicher aufstellt und die Bewegung durch eine Dampfmaschine ausführen lässt.

3. Coninck's Apparat.
(Grenier à colonnes chambrées.)

Auf demselben Principe der Bewegung und Durchlüftung beruhend, aber von anderer Construction ist der Apparat von Coninck. Derselbe ist schachtförmig gemauert, jede Seite 3 Meter breit und 15 Meter hoch und fasst 1300 Hectoliter Getreide. Der Schacht wird durch 7 horizontale Balkenlagen in ebenso viele gleich grosse Räume getheilt. Die Balken sind die Träger für starke Zinkbleche, von denen jedes einige Millimeter von dem nächsten entfernt ist, so dass die dadurch gebildeten Böden durch lange Schlitze durchbrochen sind. Diese Schlitze sind auf dem ersten Boden über der untersten Abtheilung am weitesten und werden auf den oberen allmälig immer enger. Denkt man sich alle Abtheilungen mit Korn gefüllt, so braucht man nur aus der untersten ein Quantum, etwa 130 Hectoliter rasch ausfliessen zu lassen, um die ganze Masse in Bewegung zu setzen. Bei der verschiedenen Weite der Schlitze wird diese Bewegung aber nicht gleichmässig, sondern mit verschiedener Geschwindigkeit erfolgen, so dass während des Ausfliessens in jedem Raume oben ein leerer Raum entsteht, durch den jedes einzelne Korn hindurchfallen muss, um so kräftig gelüftet zu werden. Der Zutritt der Luft wird dadurch befördert, dass in den Seitenwänden mit Drahtgaze bespannte Jalousien angebracht sind, durch welche die Luft freien Zutritt erhält. Das aus dem unteren Raum abgelassene Korn wird schliesslich durch ein Paternosterwerk wieder in den obersten Raum befördert.

4. Huart's Apparat.

In den Magazinen der Militärverwaltung von Paris ist ein Apparat eingeführt, der dem vorigen sehr ähnlich ist. Die Schachte sind nicht gemauert, sondern aus Eisenplatten zusammengesetzt. Jeder Schacht, von denen 58 vorhanden sind, ist durch 24—28 aus eisernen Stäben gebildeten Gitter in ebensoviele Räume getheilt. Die ganzen Vorrichtungen fassen gleichzeitig 8000 Hectoliter Getreide. Die Bewegung wird dadurch herbeigeführt, dass man eine in der untersten Abtheilung befindliche Thüre öffnet, einen Theil des Getreides ausfliessen lässt und diesen durch ein Paternosterwerk wieder in die oberste Abtheilung schafft. Die Bewegung des Korns wird durch eine Dampfmaschine bewirkt; es soll dieses Verfahren eine Ersparniss von 28 Procent der Kosten, verglichen mit dem Umschaufeln durch Menschenkraft, gewähren. Es gestattet jedenfalls die Aufspeicherung möglichst grosser Massen von Getreide in einem verhältnissmässig kleinen Raum. Aber die Ventilation so grosser Massen soll nicht immer genügend sein, um die Condensation der beim Erwärmen sich bildenden Dämpfe zu verhüten.

5. Devaux's Apparat.
(Grenier aérateur.)

Diese Apparate sind ebenfalls eiserne Schachte von 10 Meter Höhe und 1,25 M. Breite, sie unterscheiden sich von den früheren aber dadurch, dass sie mit feinen Löchern rings an ihren Seiten durchbohrt sind. Die Ventilation wird dadurch bewirkt, dass in jedem Schacht ein oben geschlossenes, ebenfalls rings an seiner Oberfläche fein durchlöchertes Rohr von 12—20 CM. Weite befindlich ist. Dieses Rohr geht durch den Boden und mündet hier in einer Windleitung, in welche durch ein Ventilatorgebläse ein starker Luftstrom getrieben wird.

6. Conservirung in Silos.

In eigentlichen Silos oder Erdgruben lässt sich das Getreide wohl nur in sehr heissen Climaten bewahren. Künstliche Silos, gemauerte, luftdicht verschliessbare Räume oder grössere aus Metall angefertigte Behälter sind in neuerer Zeit verschiedentlich, so von Petitot und Doyère empfohlen worden. Um das Getreide darin vor Verderben zu schützen, sind verschiedene Vorschriften gegeben. So soll man nach Persoz und Petitot in solche Silos gebrannten Kalk in mit Drahtgaze überzogenen Körben bringen, dieser nimmt alle Feuchtigkeit auf, so dass selbst gekeimtes Getreide sich erhalten lässt. Bei einem Versuche von Petitot wurde bei Regenwetter geernteter Weizen auf diese Weise aufbewahrt und zeigte sich noch nach fünf Jahren vollständig unverdorben, so dass er sofort zu Brot verbacken werden konnte.

Die sicherste Vertilgung des Kornwurms in solchen Silos wird nach Doyère und Garreau durch eine ganz geringe Menge von Schwefelkohlenstoff herbeigeführt. Man braucht pro Hectoliter Korn nur 2 Grm. davon in die Grube zu bringen, um alle Insecten, selbst deren Eier, nach 5—6 Tagen zu tödten; bei etwas grösseren Gaben, bei 5 Grm. tritt die Wirkung schon nach 24 Stunden ein.

Mehl, Brot.

1. Zusammensetzung, Eigenschaften, Veränderungen und Verfälschungen des Mehles.

Im weiteren Sinne bezeichnet man mit dem Namen Mehl auf mechanischem Wege in staubfeinen Zustand verwandelte feste Körper, Steinmehl, Pulvermehl etc.; im engeren Sinne des Wortes beschränken wir diese Bezeichnung auf das durch Mahlen und Sieben gewonnene Product verschiedener Kornarten und vorzugsweise der Körner der Cerealien. Bei den Operationen des Mahlens und Siebens wird eine Trennung der einzelnen Theile der Körner vorgenommen, derart, dass die grösste Masse des inneren Theiles in das Mehl übergeht, während die äusseren Schichten, Epidermis etc. nebst diesen anhängende Theile durch das Sieben als Kleie entfernt werden.

Das Mehl der Cerealien enthält folgende Bestandtheile in wechselnden Mengen:

Stickstoffhaltige, neutrale, organische Substanzen: Kleber, Eiweiss, Casein, Glucin.

Stickstofffreie, organische Substanzen, sog. Kohlehydrate: Stärkmehl, Zucker, Cellulose, Fette und flüchtige Oele.

Mineralstoffe: Magnesia-, Kali-, Kalk-Phosphate, Kali-, Natronsalze, Kieselsäure.

Die Kleie unterscheidet sich in qualitativer Beziehung von dem Mehle nicht, die einzelnen Bestandtheile sind aber quantitativ verschieden gemischt: die Kleie ist procentisch reicher an eiweissartigen Substanzen, an Fetten, an Mineralstoffen als die inneren Theile des Korns. Durch die Bereitung des Mehles werden daher dem menschlichen Consum viele höchst wichtige Nährstoffe entzogen und man würde ein nahrhafteres Brot erhalten, wenn man diese im Mehle lassen und von demselben nur die äussersten, etwa 4—5 Proc. der Menge des Korns aus-

machenden, aus unverdaulicher Holzfaser bestehenden Schichten des Pericarps trennen wollte.

Das Mehl der Cerealien hat eine weisse, in's Gelbliche spielende Farbe, einen angenehmen Geruch, einen weichen Griff. Mit der Hälfte seines Gewichtes Wasser ist es zu einem gleichförmigen, elastischen Teige knetbar. In dem Teige dürfen sich dem Gefühl keine harten Körner, Kleie oder Sand zeigen. Aus dem Teige lassen sich mit Leichtigkeit die wichtigsten Bestandtheile des Mehles abscheiden. Lässt man während des Knetens unablässig Wasser darüber fliessen, so wird das Stärkmehl fortgewaschen und kann durch Absetzen aus der Flüssigkeit gewonnen werden; der Kleber sammelt sich mehr und mehr in dem Teige an und bleibt endlich frei von Stärkmehl zurück.

Das Mehl enthält 12—18 Proc. hygroskopische Feuchtigkeit, lässt sich durch Trocknen bei 100° vollständig entwässern, nimmt aber Feuchtigkeit aus der Luft wieder auf. Ein höherer Grad von Feuchtigkeit ist die Hauptursache des Verderbens des Mehles. Es ballt sich dabei zusammen, kann sich sogar unter Umständen in eine feste Masse verwandeln; es treten Gährungserscheinungen ein; durch Veränderungen des Klebers verlieren solche Mehle die Eigenschaft, ein lockeres, weiches, wohlschmeckendes Brot zu geben. Die Feuchtigkeit begünstigt die Entwicklung verschiedener Pilze; das Mehl erhält einen unangenehmen, eigenthümlichen Geruch und wird der Gesundheit mehr oder weniger nachtheilig.

Das Getreidemehl unterliegt mannigfachen Verfälschungen mit Kartoffelmehl, mit Bohnen-, Erbsen-, Mais-, Buchweizenmehl. Das Bohnenmehl ertheilt in grösseren Mengen dem Mehle zugesetzt eine graulichgelbe Farbe, dem daraus bereiteten Brote einen unangenehmen Geruch und Geschmack, ausserdem wirkt es verändernd auf den Kleber ein, so dass das Brot nicht locker wird, nicht aufgeht. Es machen sich schon Zusätze von 4—8 Theil Bohnenmehl auf 100 Th. Getreidemehl durch das Dichtwerden des Gebäckes bemerkbar. Man kann jedoch aus Mischungen, die bis zu ein Drittel Bohnenmehl enthalten, ein durchaus geniessbares, wohlschmeckendes Brot bereiten, wenn man bei der Teigbereitung ein grösseres Quantum Salz zusetzt, als dieses gewöhnlich geschieht.

Die lockere, schwammige Beschaffenheit von gut bereitetem Brote ist auf gewisse Eigenschaften des Klebers zurückzuführen. Derselbe, aus gutem Mehle gewonnen, ist elastisch, weich, geschmeidig, dehnbar, beim raschen Erhitzen auf 200° bläht er sich sehr beträchtlich auf. Deise Eigenschaften kommen vorzugsweise dem Weizenkleber zu, aus anderen Mehlarten gelingt es in der Regel nicht, einen zusammenhän-

genden Kleber abzuscheiden. Jede Veränderung des Mehles führt sofort eine Veränderung der Eigenschaften des darin enthaltenen Klebers herbei, daher erklärt es sich, dass gegohrenes Mehl kein lockeres Brot liefern kann. Es kann sogar diese Veränderung des Klebers schon bei der Ernte beginnen: durch anhaltende Nässe, durch Auswachsen, Keimen.

Die Eigenschaften des Klebers und des Stärkmehls kann man benützen, um den Werth verschiedener Mehlsorten zu vergleichen und Verfälschungen zu erkennen.

Prüfung des Weizenmehls nach Boland. 25 Grm. Mehl werden mit 12—13 Grm. Wasser zu Teig geknetet, die Masse bleibt einige Zeit stehen, um den Kleber völlig quellen zu lassen, wozu bei warmer Luft etwa 1/2 Stunde, im Winter 1 Stunde erforderlich ist; der Teig wird dann unter einem schwachen Wasserstrahle so lange unablässig geknetet, bis das Wasser farblos abfliesst; der feuchte Kleber wird gewogen. Von diesem wiegt man 5 Grm. ab, ballt die Masse zu einer kleinen Kugel und lässt sie auf den Boden eines kleinen messingenen Cylinders fallen, der inwendig leicht mit Oel bestrichen ist. Der Cylinder wird in ein vorher auf 210° erhitztes Oelbad getaucht, um den Kleber rasch zu erwärmen. Durch die Verdunstung des eingeschlossenen Wassers wird die elastische Klebermasse aufgeblähet und treibt dabei ein leichtes Piston so weit hervor, als der Volumvergrösserung entspricht. Diese Volumvergrösserung ist proportional der Qualität des Mehles, sie beträgt je nach der Güte das Zwei- bis Sechsfache des ursprünglichen Volums des Klebers. Zur Controle des Versuchs nimmt man den in dem Cylinder bleibenden Kleber heraus, trocknet ihn vollständig bei 100° und bestimmt sein Gewicht.

Will man ausserdem die Quantität des Stärkmehls bestimmen, so giesst man die Waschwässer des Klebers durch ein feines Seidensieb, um kleine Mengen von fortgespültem Kleber und Spuren von Kleie zurückzuhalten, und lässt das Stärkmehl dann in Ruhe sich absetzen. Nach dem Klären giesst man das Wasser ab, wäscht noch einige Male mit reinem Wasser, trocknet und bestimmt das Gewicht des zurückbleibenden Stärkmehls.

Mit der Bestimmung des Stärkmehls kann man leicht eine Prüfung auf Verfälschungen, namentlich mit Kartoffelstärkmehl, verbinden. Zu dem Behufe spült man das Stärkmehl mit nicht zu viel Wasser in ein conisches Glas (Champagnerglas) und lässt hierin ruhig absetzen.

Die grösseren und schwereren Kartoffelstärkmehlkörner sinken am raschesten zu Boden und finden sich daher in der äussersten Spitze des beim Absetzen sich bildenden Kegels. Von diesem entfernt man die oberen Partien mit einem Spatel oder Löffel und unterwirft die untersten

Schichten einer mikroskopischen Prüfung. Das Kartoffelstärkmehl wird dabei sofort durch seine Form und Grösse kenntlich.

Verschiedene andere Prüfungsmethoden der Mehlarten sind von DONNY angegeben.

1. Verfälschung des Mehles und des Brotes mit Kartoffelstärkmehl. Das verdächtige Mehl wird in einer dünnen Schicht auf einem Objectträger ausgebreitet und mit einer Kalilösung von 1,75 bis 2 Proc befeuchtet. Beobachtet man die Masse dann mittelst einer stark vergrössernden Loupe oder mittelst des Mikroskopes, so sieht man, wie die Körner des Kartoffelstärkmehls stark quellen, während die der Getreidearten kaum verändert werden. Fig. 16, Taf. XXVIII stellt dieses dar, u Weizen- v Kartoffelstärkmehl. Die Quellung des Kartoffelstärkmehls nimmt mehr und mehr zu, bis dieses schliesslich fast eine tafelförmige Gestalt, bei der nur noch die Contouren des Kornes erhalten sind, annimmt. Die Erscheinung wird noch deutlicher, wenn man die Masse etwas eintrocknen lässt und dann mit Jodlösung befeuchtet.

Auf dieselbe Weise lässt sich Kartoffelstärkmehl im Brot erkennen. Auf den Objectträger giesst man einen oder zwei Tropfen der Kalilösung, zerdrückt darin etwas der Brotkrume, giebt einen geringen Ueberschuss von Jod zu und bedeckt mit dem Deckglase. Es genügt eine Beobachtung mit einer guten Loupe, um die grossen, stark gequollenen, intensiv durch Jod gefärbten Kartoffelstärkmehlkörner zu erkennen, wenn diese vorhanden sind.

2. Verfälschung mit Reis- oder Maismehl. Das verdächtige Mehl wird unter einem Wasserstrahle geknetet und die Flüssigkeit durch ein feines Seidensieb passirt. Das Stärkmehl wird gesammelt, gewaschen und mit dem Mikroskop untersucht. Wenn die betreffende Verfälschung vorliegt, so findet man leicht eckige Körner, die durch das Zusammenkleben und gegenseitigen Druck der strotzend erfüllten Zellen im Mais und Reis gebildet werden (Vergl. Taf. XVIII, fig. 19 und Taf. XXI, fig. 13). Die einzelnen Körner hängen beim Mais und Reis so fest zusammen, dass sie nicht auseinanderfallen, sondern gewöhnlich die Form der sie umhüllenden Zelle oder derer Fragmente behalten.

3. Verfälschung des Roggen-Mehles oder Brotes mit Leinsamenmehl. Befeuchtet man Leinsamenmehl auf dem Objectträger mit 10procentiger Kalilösung, so bemerkt man eine grosse Anzahl sehr charakteristischer kleiner Körper, von geringeren Dimensionen als das Kartoffelstärkmehl, von glasigem Ansehen, meistens röthlich gefärbt, gewöhnlich von viereckiger oder länglich viereckiger Gestalt. Es sind dieses Fragmente der Samenschalen. Sie sind so charakteristisch, dass man sie mit Sicherheit noch auffindet, wenn das Roggenmehl nur 1

Proc. Leinsamenmehl enthält. Bei der Untersuchung von Brot zerdrückt man etwas von der Krume mit der Kalilösung auf dem Objectträger, beim Mehl befeuchtet man dieses mit derselben Lösung. Die Erscheinung der so behandelten Leinsamenmasse ist in Fig. 21, Taf. XVIII dargestellt. Die Verfälschung des Roggenmehls mit gemahlenen Leinölkuchen ist namentlich in den Jahren 1846 und 1847 vielfach in Belgien und im nördlichen Frankreich ausgeführt worden.

4. Verfälschung mit Buchweizenmehl. Auch diese Verfälschung lässt sich mittelst der Loupe nachweisen, indem man dabei auf dieselbe Weise wie bei der Prüfung auf Mais- und Reismehl verfährt. Das Buchweizenmehl liefert dabei polyedrische Massen von Stärkmehl, die denen des Maises ähnlich sind, man kann sie aber von jenen dadurch unterscheiden, dass die einzelnen Zellen fest zusammenhaften (Taf. XVIII, Fig. 20).

5. Verfälschung des Getreidemehls mit dem der Leguminosen (Garten- und Feldbohnen, Erbsen, Wicken, Linsen). Das Mehl der Leguminosen enthält stets das Zellgewebe der Früchte aus dem es bereitet ist, durch dessen eigenthümliche Form der Nachweis desselben ermöglicht wird. Das Mehl wird auf dem Objectträger ausgebreitet und mit 10procentiger Kalilösung befeuchtet. Das Stärkmehl der Getreidearten quillt dabei vollständig auf, wird gelöst und verschwindet, während die Form des Zellgewebes der Leguminosen hervortritt und mittelst der Loupe erkannt werden kann (Taf. XVIII, Fig. 17.).

Die Beimengung des Mehles von Gartenbohnen und Wicken lässt sich ausserdem durch ein eigenthümliches Verhalten nachweisen, welches diese Stoffe bei der aufeinanderfolgenden Behandlung mit Salpetersäure und Ammoniak zeigen. Die genannten Mehlarten werden dadurch roth gefärbt, während das Mehl der Getreidearten eine gelbe Farbe annimmt. In Mischungen, welche diese Mehlarten enthalten, erhält man rothe Flecken xx Fig. 18, Tafel XVIII in grösserer oder geringerer Anzahl, je nach der beigemengten Menge des fremden Mehles. Die Prüfung führt man am besten auf die Weise aus, dass man das Mehl rings an den Wandungen einer weissen Porzellanschale ausbreitet und eine kleinere Schale mit concentrirter Salpetersäure in diese hineinstellt. Das Ganze wird mit einer Glasplatte bedeckt und gelinde erwärmt, um die Säuredämpfe mit dem Mehle in Berührung zu bringen. Sobald eine Partie des Mehles gelb geworden ist, nimmt man die kleine Schale mit der Säure fort, ersetzt die Säure durch Ammoniak und lässt das Ammoniakgas einige Zeit einwirken. Bei Gegenwart des Leguminosenmehls tritt bald eine mit blossem Auge wahrnehmbare röthliche Färbung ein, bei der Untersuchung mit der Loupe zeigen sich die in Fig. 18 darge-

stellten rothen Flecken. Bei reinem Getreidemehl findet man nur eine gelbliche Färbung und gelbliche Flecken.

Zur Nachweisung von Bohnen- und Wickenmehl im Brot bereitet man einen wässrigen Extract, in welchem der sich unter der Einwirkung von Salpetersäure und Ammoniak färbende Stoff sich findet. Eine Partie der Krume rührt man mit kaltem Wasser an, erhitzt zum Sieden und giesst die Masse durch ein Sieb. Nach einiger Zeit trennt man die klar gewordene Flüssigkeit von dem Bodensatz, verdampft erstere im Wasserbade zur Extractdicke, nimmt mit Alkohol auf und verdampft die alkoholische Lösung wieder. Hierbei verbleibt an den Wandungen der Schale eine Schicht extractartiger Substanz, welche man nach einander den Dämpfen der Salpetersäure und des Ammoniaks aussetzt. War das Brot mit Wicken oder Bohnen verfälscht, so nimmt die Masse eine schöne rothe Farbe an, hat man es mit reinem Getreidebrot zu thun, so erscheint diese Färbung nicht.

6. Nachweisung von Weizenmehl im Roggenmehl. Es giebt eine Reihe von Orten, an deren Thoren eine Steuer erhoben wird von den eingeführten Lebensmitteln, Fleisch, Mehl, Brot u. A. In der Regel wird hier die eine Gattung des Mehles, als vorzugsweise für den Genuss der ärmeren Classen bestimmt, geringer besteuert als die andere, welche ein feineres, von wohlhabenderen Einwohnern verzehrtes Brot liefert. Es liegt daher die Versuchung nahe, bei der Versteurung Weizenmehl als Roggenmehl, oder Mischungen beider als Roggenmehl zu declariren, um dadurch den niedrigeren Steuersatz zu erzielen. Wenn derartigen Contraventionen entgegen getreten werden soll, so muss es ein Mittel geben, welches es gestattet, jederzeit mit vollster Sicherheit beide Mehlarten neben einander zu erkennen, um denjenigen Theil, welcher sich solcher Defraudationen der Steuer schuldig macht, zur verdienten Strafe heranziehen zu können. Zweifelhafte Fälle ereignen sich nicht selten, der Steuerbeamte confiscirt ein verdächtiges Mehl und es hat der gerichtliche Sachverständige, auf seinen Eid hin, ein Gutachten dahin abzugeben, ob eine ihm vorgelegte Mehlprobe von Weizen oder Roggen stamme, oder ob sie auch nur einen Zusatz von Weizenmehl habe. Die einzige Möglichkeit einer Entscheidung beruht auf einer Verschiedenheit, die sich gewöhnlich in dem Kleber des Weizens und dem Kleber des Roggens zeigt. Während der des ersteren in der Regel beim Auskneten aus dem Mehl eine plastische, elastische Masse bildet, geht dem Kleber des Roggens gewöhnlich diese Eigenschaft ab. Wenn man aus Roggenmehl einen Teig bildet und diesen in einem Wasserstrom auswäscht, so pflegt der Teig sich aufzulösen und der Kleber mit dem Stärkmehl fortgeschwemmt zu werden, während der des Weizens als plastische

Masse zurückbleibt. Es ist dies die einzige Verschiedenheit zwischen normalem Weizenmehl und normalem Roggenmehl, und auf diese Verschiedenheit ist der Sachverständige angewiesen, sein eidlich zu erhärtendes Gutachten abzugeben.

Wir haben oben schon erwähnt, dass die geringste Veränderung des Mehles, durch Keimen des Kornes, durch Gähren des fertigen Productes sich sofort in den veränderten Eigenschaften des Klebers kund giebt. Dieser verliert seine Zähigkeit, seine Elastizität, der Weizenkleber verhält sich dann genau wie der Roggenkleber, er wäscht sich im Wasserstrome fort.

Durch verschiedene Agentien lassen sich dem Weizenkleber die verlorenen Eigenschaften wieder ertheilen. Knetet man Mehl von ausgewachsenem Getreide, gegohrenes Mehl mit Kochsalz, mit Kalkwasser, mit Alaun zusammen, so wird dem Kleber seine ursprüngliche Zähigkeit, seine Elastizität wieder gegeben. Ganz ähnlich verhält sich der Roggen-Kleber. Bildet man aus Roggenmehl unter Zusatz einer geringen Menge von Kalkwasser einen Teig und wäscht diesen, so erhält man daraus einen Kleber, der ganz die Eigenschaften des Weizenklebers hat, höchstens etwas weniger elastisch ist.

Wenn aber beide Kleberarten so wenig verschieden sind, dass die eine durch Feuchtigkeit, Gährung so verändert wird, dass sie sich von der anderen nicht mehr unterscheiden lässt, wenn die andere sich durch eine geringe Menge von Kalk, welcher auf den Bodenarten in welchen die Pflanze wächst, dieser in reichlicher Menge zur Verfügung stehen kann, sich in jene umwandeln lässt, so kann man nicht länger die geringen Verschiedenheiten des Klebers der einen oder anderen Pflanzenart als ein so charakteristisches Merkmal gelten lassen, um darauf hin ein wissenschaftlich fest stehendes und eidlich zu erhärtendes Gutachten abgeben zu können.

2. Bereitung des Brotes.

Diese Operation ist im Allgemeinen höchst einfach, trotzdem bietet sie gewisse Schwierigkeiten, wenn es sich darum handelt ein weisses, lockeres, leichtes, möglichst wohlschmeckendes Product zu erhalten. Das alte Bäckereigewerbe, welches an vielen Orten noch genau auf dieselbe Weise wie vor tausenden von Jahren ausgeübt wird, vervollkommnet sich jedoch mehr und mehr und tritt vieler Orts bereits in die in grösserem Maassstabe und mit vervollkommneten Mitteln betriebene Industrie ein.

Es ist kaum möglich, eine genaue Beschreibung der Brotbereitung zu liefern, weil je nach den Gewohnheiten der Consumenten, je nach

dem Rohmaterial, welches zu Brot verarbeitet wird, je nach der Meinung des Bäckers, je nach der Qualität des zu erzielenden Productes tausend Abänderungen vorgenommen werden. Wir werden uns daher hier darauf beschränken, nur das Wesentlichste der Fabrikation zu geben, und namentlich auf manche Verbesserungen in dem mechanischen Theil hinzudeuten.

Die einzelnen Stadien der Operationen, durch welche das Mehl in Brot verwandelt werden soll, sind: die Teigbildung, das Kneten, die Gährung, die Zurichtung, das Backen.

Die Teigbildung besteht im Wesentlichen in einer gleichförmigen Durchdringung des Mehles mit Wasser. Es gehen dabei verschiedene Processe vor sich: die löslichen Theile des Mehles, Zucker, Dextrin werden gelöst, durch Einwirkung eines eigenthümlichen Agens wird ein Theil des Stärkmehls in Zucker oder Dextrin verwandelt, die Eiweissstoffe Albumin, Casein werden gelöst, der Kleber nimmt Wasser auf und geht in den Zustand der Quellung über. Der blos mit Wasser geknetete Teig würde ein dichtes, schweres, schliffiges, trockenes Brot liefern, durch den Zusatz eines Fermentes tritt Gährung ein, der Zucker wird in Alkohol und Kohlensäure verwandelt. Die gasförmige Kohlensäure vergrössert das Volumen des Teiges, verursacht das Aufgehen, bildet dabei überall wo sie entsteht kleine Bläschen, welche durch die Zähigkeit des Klebers verhindert werden, aus dem Teige zu entweichen und so die Lockerheit des fertigen Gebäckes hervorbringen.

Die Gährung des Teiges wird durch Alkohol-Ferment, Bierhefe, Presshefe hervorgerufen. Der Bierhefe bedient man sich jedoch nur ausnahmsweise, weil diese durch den Zusatz von Hopfen eine Bitterkeit erlangt, die sich dem Gebäck mittheilt, zweckmässiger bereitet man sich eine eigene Kunsthefe durch Malzaufguss, der durch Zusatz reiner Hefe in Gährung versetzt wird. Die Bereitung solcher Kunsthefen wird später bei der Spiritusfabrikation beschrieben werden. Bei der Bereitung der meisten Brotarten sieht man aber von dem directen Zusatz von frischer Hefe ganz ab, sondern ruft die Gährung des Teiges dadurch hervor, dass man einen Theil des in Gährung begriffenen Teiges für jede folgende Operation zurückstellt und diesen, der als Sauerteig bezeichnet wird, dann dem frischen Teige zusetzt. Der Sauerteig ist reich an Hefe und überträgt das Ferment auf den frischen Teig, wodurch die Gährung in diesem hervorgerufen wird.

Lässt man den Sauerteig längere Zeit liegen, so findet in demselben nicht allein Alkoholgährung statt, sondern es treten verschiedene andere Gährungen ein, der Teig wird sauer durch Milchsäuregährung und leitet dann in dem damit in Gährung zu bringenden Hauptteig

ebenfalls diesen Process ein. Um diese secundären Gährungen auf das möglichst niedrige Maass zu bringen, sorgt man dafür, dass in dem Sauerteige stets die dem Alkoholgährungsprocess günstigsten Bedingungen herrschen und erreicht dieses dadurch, dass man stets nach kurzen Zeiträumen frisches Material, Mehl hinzufügt, eine Operation, die als das Auffrischen des Sauerteiges bezeichnet wird.

Den vom vorhergehenden Gebäck genommenen Sauerteig verwahrt man an einem mässig warmen Orte von möglichst gleichförmiger Temperatur. Man lässt ihn 7—8 Stunden liegen, während dieser Zeit vergrössert er nach und nach sein Volum, geht auf und nimmt einen schwach weinigen Geruch an. Alsdann wird das erste Auffrischen vorgenommen, indem man soviel Wasser und Mehl zuknetet als erforderlich ist den Teig auf das Doppelte seines früheren Volumens zu bringen; man wendet dabei nicht mehr Wasser an als gerade erforderlich ist, um den Teig möglichst steif zu halten. Nach Ablauf von 6 Stunden wird der Teig durch das zweite Auffrischen seinem Volum nach wieder verdoppelt, hierbei jedoch durch grösseren Wasserzusatz etwas erweicht. Endlich wird noch ein drittes Auffrischen vorgenommen.

Bei diesen Arbeiten regulirt man den Zusatz des Mehles so, dass der fertige Sauerteig im Winter die Hälfte, im Sommer ein Drittel des Gesammtquantums des zu verbackenden Mehles enthält.

Soll zu der eigentlichen Bereitung des Brotes geschritten werden, so wird zunächst der Sauerteig mit der Gesammtmenge des zum Gebäck zu verwendenden Wassers angerührt und damit so lange geknetet, bis in der Masse gar keine Klumpen mehr wahrnehmbar sind. Sobald der Teig ganz gleichmässig mit dem Wasser gemischt ist, wird das Mehl in kleinen Portionen zugesetzt, wobei stets kräftig geknetet wird, um das Mehl ganz gleichförmig in den angekneteten Sauerteig zu vertheilen, bis endlich alles Mehl dem Teige einverleibt ist. Dieser wird nach und nach zäher und trockener und erfordert einen nicht unbeträchtlichen Aufwand von Kraft und Geschicklichkeit, um die Mischung gänzlich gleichförmig zu machen. Nirgends in der ganzen Teigmasse darf eine trockene Stelle verbleiben, da diese als Mehlklumpen in dem fertigen Brote sich finden würde, überall hin muss der Sauerteig verbreitet werden, da nur durch den wirklichen Contact desselben mit dem übrigen Teige die Gährung herbeigeführt wird. Das Kneten hat aber nicht allein den Zweck dieses zu erreichen, sondern man will dabei zu gleicher Zeit möglichst viel Luft mit in den Teig bringen, da die Luft, beim Erwärmen sich ausdehnend, zur Lockerung des Gebäckes beiträgt.

Beim Kneten wird dem Teige Salz zugesetzt. Dieses wird entweder in trockner Form eingestreuet, oder zweckmässiger, um eine

bessere Vertheilung zu sichern, in dem Wasser beim ersten Anrühren des Sauerteiges gelöst. Die Menge des zu verwendenden Salzes richtet sich nach dem Geschmack der Consumenten. Die Pariser Bäcker geben auf den Sack Mehl von 157 Kilogramm 500—600 Grm. Salz.

Durch den Zusatz von Salz lässt sich die Qualität des Brotes wesentlich verbessern, wenn man es mit einem Mehle zu thun hat, dessen Kleber seine plastische Eigenschaft mehr oder weniger eingebüsst hat. Ein aus ausgewachsenem Getreide bereitetes Brot ist bei geringem Salzzusatz dicht und schliffig. Wendet man bei solchem Mehl auf je 100 Theile desselben 3 Theile Salz an, so erhält der Kleber seine ursprüngliche Eigenschaft wieder, das Brot wird locker und leicht. Ebenso lässt sich aus Mischungen verschiedener Mehlarten, Roggen unter Zusatz von Bohnenmehl ein gesundes, nahrhaftes und wohlschmeckendes Brot bereiten, wenn man ebenfalls auf 100 Th. Mehl $2^1/_2$—3 Th. Salz anwendet.

Aus dem fertigen Teige werden die Brotlaibe gewirkt, d. h. der Teig wird in Stücke von solcher Grösse vertheilt, dass diese ein jedem einzelnen Brote entsprechendes Quantum repräsentiren. Im Durchschnitt kann man annehmen, dass 115—116 Theile Teig 100 Theile Brot liefern, grosse Brote erfordern jedoch, da sie beim Backen weniger Feuchtigkeit abgeben als kleine, etwas weniger, kleinere mehr Teig. Die einzelnen Laibe werden leicht mit Mehl bestreut, kommen dann in Backkörbe, Metallschüsseln oder auf Bretter und werden so in die Backstube, in die Nähe des Ofens gestellt, um den Gährungsprocess durch die dort herrschende Wärme zu beschleunigen.

Die Gährung lässt man nicht länger dauern als zum Aufgehen des Brotes erforderlich ist, sondern unterbricht sie, sobald sie ihren Höhepunkt erreicht hat, durch das Einbringen des Teiges in den Ofen. Liesse man den Teig längere Zeit stehen, so würde die gebildete Kohlensäure nach und nach abdunsten, der Teig würde zusammensinken, ausserdem würde der Alkoholgährung die saure Gährung folgen und man würde ein wenig wohlschmeckendes Gebäck erhalten.

Beim Backen gehen im Ofen verschiedene Veränderungen mit dem Teige vor. Die eingeschlossenen Gase, Kohlensäure und Luft vergrössern beim Erwärmen ihr Volum sehr beträchtlich, die zähe Teigmasse lässt sie aber nicht frei entweichen, sondern wird aufgeblähet, vergrössert ihr Volum, geht auf. Die Lockerung des Brotes, durch die Gährung eingeleitet, wird durch das Backen weiter befördert. Ebenso verhält sich der während der Gährung gebildete Weingeist, dieser verwandelt sich bei der Temperatur des Backofens in Dampf und trägt so ebenfalls zur Lockerung bei. Das Stärkmehl quillt in Berührung mit dem Wasser

bei der hohen Temperatur des Ofens auf und bindet das Wasser, der vorher weiche, feuchte Teig wird fest und trocken. Der am stärksten von der strahlenden Hitze getroffene Theil des Stärkmehls wird in Dextrin verwandelt, dieses löst sich in der Feuchtigkeit und bleibt nach dem Verdunsten derselben als dichte, glänzende Kruste auf der oberen Schichte des Brotes zurück. Endlich wird ein Theil des Dextrins, oder des Stärkmehls durch die Wärme wieder zu gelb oder braun gefärbten Substanzen umgewandelt und ertheilt der Kruste die ihr eigenthümliche Farbe.

Die Backöfen werden auf die verschiedenste Weise construirt, von den verschiedensten Formen, für die verschiedensten Feuermaterialien eingerichtet. Der einfachste Backofen, wie er sich aus den ältesten Zeiten erhalten hat und noch sehr vielfach angewandt wird, besteht aus einer elliptischen Sohle, entweder horizontal, oder nach vorn geneigt, mit einem flachen Gewölbe überspannt, wobei die vordere Oeffnung zugleich als Feuerthür und Rauchabzug dient. Vor dem Backen wird mittelst glühender Kohlen und Holz auf der Sohle des Ofens ein Feuer entzündet, welches durch Nachlegen von Holzscheiten so lange erhalten wird, bis der ganze Ofen die zum Backen erforderliche Temperatur erlangt hat. Alsdann werden die Kohlen herausgezogen, der Ofen wird von Asche so gut es gehen will gereinigt und ist dann zur Aufnahme des Brotes bereit.

In neuerer Zeit sind nun eine Reihe von Verbesserungen angebracht, das Kneten des Teiges wird statt durch Menschenhand durch Maschinenkraft bewirkt, der alte Ofen ist auf die mannigfachste Weise verändert worden.

Alle diese Verbesserungen sind jedoch bislang noch verhältnissmässig wenig verbreitet. In künftigen Zeiten werden unsere Nachkommen erstaunt darüber sein, dass im neunzehnten Jahrhundert, in dieser Zeit des Fortschritts, in dieser Periode, wo eine Entdeckung die andere drängt, das edelste Nahrungsmittel der Menschen auf so rohe Weise bereitet wurde, wie wir es täglich sehen können. Beim Studium der Geschichte der Industrie und Gewerbe werden sie erstaunt sein zu vernehmen, wie dieses Nahrungsmittel von halb nackten Menschen bereitet werde, welche ihren Arm beim Kneten in den Teig drücken, welche den Teig mit Aufwand aller ihrer Kräfte bearbeiten, welche den Schweiss ihres Antlitzes und ihres Körpers stromweis in den Teig ergiessen. Unsere Nachkommen werden sich wundern darüber, wie man noch jetzt das Brot auf einem Herde backt, von welchem man eben brennendes Holz, Kohlen und Asche entfernt hat; sie werden es nicht begreifen, dass man in der Zeit der Dampfkessel und Locomotiven eine Brenn-

materialvergeudung noch bestehen lässt, wie sie sich in keinem anderen Gewerbe mehr vorfindet.

Wir wollen in Folgendem einige der wesentlichen Verbesserungen der Oefen und sonstigen Apparate beschreiben.

8. Ofen von Lespinasse.

Dieser Ofen hat mit dem gewöhnlichen Ofen das gemein, dass das Heizmaterial Holz auf der Ofensohle selbst verbrannt wird, unterscheidet sich aber von jenem dadurch, dass der Luftzutritt nicht durch das Mundloch, sondern durch unter der Sohle liegende Canäle erfolgt, so dass nur bereits stark erwärmte Luft in den Ofen einströmt; ebenso entweicht der Rauch nicht durch das Mundloch, sondern durch Canäle, die über dem Gewölbe angeordnet sind, in einen Schornstein. Der Ofen ist auf Tafel XXIX dargestellt und zwar in Fig. 1 in vorderer Ansicht, in Fig. 2 im Querschnitt, in Fig. 3 im Längsschnitt und in Fig. 4 im Grundriss, wovon die eine Hälfte in der Höhe der Sohle, die andere Hälfte in der Höhe der Rauchcanäle. Der Maassstab der Zeichnung ist 16 MM. pro Meter wirklicher Grösse. Es hat sich diese Construction in der Pariser Militärbäckerei sowohl in Bezug auf Brennmaterial-Ersparniss als in Bezug auf Gleichförmigkeit des Backens besser als irgend eine andere bewährt. Der Ofen ist 3,90 Meter lang und 2,66 M. breit.

Die Thüren A vermitteln den Zutritt der äusseren Luft, welche sich erwärmt indem sie in den Canälen A′ circulirt, ehe sie durch die Oeffnungen B in den Ofen eintritt. Das zur Heizung dienende Holz wird auf ähnliche Weise wie durch die punctirten Linien e e in Fig. 4 angedeutet ist, auf die Sohle des Ofens gelegt. An der entgegengesetzten Seite des Ofens entweichen die Verbrennungsproducte durch ein starkes gusseisernes Rohr C in die über dem Gewölbe liegenden Canäle D und von hier durch die Oeffnungen D′ in den Schornstein. Die Rauchcanäle sind oberhalb des Rohres C und bei ihrer Einmündung in den Fuchs bei D′ durch gusseiserne Platten v v abgedeckt. Die geschlossenen Canäle d d″ sind dazu bestimmt, die Wärme zusammenzuhalten. E ist ein Kessel zum Erwärmen des Wassers, er ruht über den Oeffnungen D und wird durch die abziehende Wärme des Ofens geheizt. F sind Gewölbe seitlich vom Ofen, dazu bestimmt, das Holz zu trocknen und anzuwärmen. Der obere Theil des Ofens, oberhalb der Rauchröhren ist bei H mit einer wenig Wärme leitenden Decke von Lehm und Sand bedeckt.

Die eigentliche Sohle des Herdes t t wird aus viereckigen, 20 CM. dicken, ungebrannten, aber fest geschlagenen Lehmsteinen gebildet, welche auf einer 8—13 CM. dicken Sandschicht über den Canälen A′ ruht.

u u ist das aus Mauersteinen aufgeführte Fundament des Ofens. Der Herd ist von hinten nach vorn geneigt, er ist an seinem hinteren Ende 17—20 CM. höher als vorne, wodurch die Hitze gleichmässiger und die Arbeit erleichtert wird, hinten ist er durch eine Bank r r begrenzt.

Die Thüre K dient zum Reinigen der Rauchcanäle, die Klappe m schliesst den Fuchs, welcher den Rauch in den Schornstein führt, unten ab; man öffnet beim Herausziehen der Kohlen diese Klappe, um den Rauch unmittelbar in den Schornstein zu leiten und seine Verbreitung in der Backstube zu verhüten. Q ist eine kleine Oeffnung, um während des Heizens die Verbrennung beobachten zu können.

Die Pariser Militärbäckerei besitzt sieben solcher Oefen. Jeder derselben erfordert zum Backen von 400 Rationen oder 300 Kilo Brot 46 Kilo Buchenholz im Werthe von 1 Fr. 90 C. Davon ist der Werth der abfallenden Kohlen mit 45 C. abzuziehen, so dass jedes Gebäck einen Kostenaufwand von 1 Fr. 45 C. oder 1000 Kilo Brot 4 Fr. 83 C. an Heizmaterial erfordert.

Die Oefen werden gewöhnlich mit Buchen- und Pappelholz, oder mit anderem weissem, stark flammenden Holz gefeuert. Man hat jedoch auch mit günstigem Erfolge Eichen- oder Tannenholz verwendet. Die gewonnenen Kohlen werden verkauft und decken durchschnittlich 30 bis 36 Proc. vom Werthe des Brennmaterials.

Sobald der Ofen nach dem Anheizen die richtige Temperatur von ca. 290° erlangt hat, entfernt man die Kohlen, zieht diese in einen dicht verschliessbaren eisernen Behälter und lässt sie erkalten. Der Herd wird gereinigt und dann der Teig eingesetzt. Man verfährt dabei auf die Weise, dass die grösseren Brote, welche am längsten im Ofen zu verweilen haben, zuerst eingesetzt und auf den hinteren Theil des Herdes gelegt werden, während die kleineren, welche früher gar werden und also früher herausgenommen werden müssen, dem Mundloche zunächst kommen. Nach dem Anfüllen wird die Thüre verschlossen. Die hohe Temperatur wirkt nun auf den Teig ein und bringt alle die oben beschriebenen Veränderungen desselben hervor. Bei einer Temperatur des Ofens von 290° wird der äussere Theil des Brotes, die Kruste, auf etwa 180—210° erwärmt, während die Krume kaum eine höhere Wärme als dem Siedpunkt des Wassers entspricht, erlangt.

Die grossen Brote von 4 Kilo bleiben etwa 60 Minuten im Ofen, solche von 2 Kilo 36—40 Minuten, kleineres Gebäck entsprechend kürzere Zeit. Die aus dem Ofen gezogenen Brote werden möglichst rasch abgekühlt, indem man sie einzeln auf zweckentsprechende Gestelle legt; würde man sie in grossen Haufen über einander schichten, so würden sie, da sie so lange sie heiss sind weich bleiben, zusammenfallen und

sich gegenseitig platt drücken, es würde ausserdem das aus dem heissen Brote noch abdunstende Wasser sich an der Oberfläche anderer condensiren und die Kruste verderben.

4. Knetmaschine von Moret.

Die in Fig. 29 in äusserer Ansicht und in Fig. 30 im Durchschnitt dargestellte Knetmaschine besteht aus einem eisernen, 1 CM. starken Cylinder A B, der durch eine Scheidewand in zwei Hälften getheilt ist.

Fig. 29.

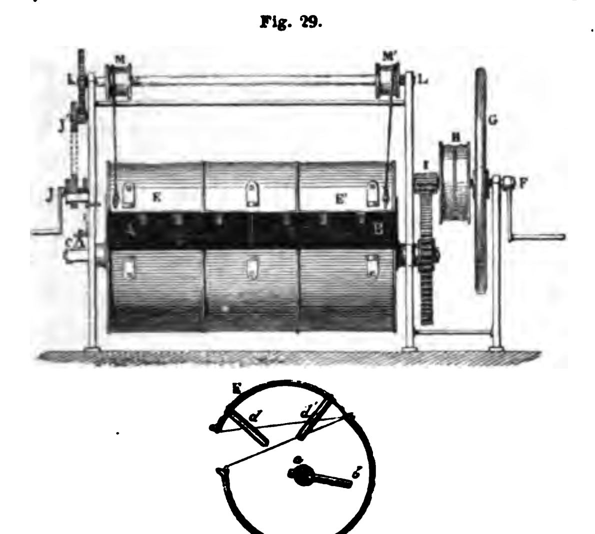


Fig. 30.

In der Mitte des Cylinders ruht eine eiserne, mit eisernen Armen a b versehene Welle a. Die Wände des Cylinders sind ebenfalls mit Armen d d' versehen, welche so gestellt sind, dass sie bei der Bewegung des Cylinders zwischen den Armen der Welle hindurchgehen. Der Cylinder ist durch einen in Charnieren drehbaren Deckel verschliessbar. Die beiden Abtheilungen A und B nehmen den Sauerteig, das Wasser und das Mehl auf. Der Cylinder macht pro Minute 4 Umdrehungen. In 18 Minuten ist die Teigbildung beendigt. Ein automatischer Zählapparat registrirt die Zahl der Umdrehungen und giebt jedesmal nach 36 Umdrehungen durch die Glocke c ein Signal. Die Bewegung des Cylinders erfolgt durch die Drehung der Kurbel F, welche nebst dem Schwungrad G und dem Vorgelege J auf einer Welle befestigt ist. Das Vorgelege greift in ein grosses Zahnrad ein und dieses überträgt die Bewegung auf den Cylinder, an welchem es befestigt ist, so dass dieser sich um die festliegende Welle a dreht. Hat man eine Dampfmaschine zur Verfügung, so wird die Bewegung durch die Trieb- und Leerscheibe

H vermittelt. Nach beendigter Teigbildung wird der Cylinder in Ruhe gebracht und der Deckel geöffnet. Dieser ist durch zwei Stricke an den Trommeln M M', welche auf der Welle L aufgezogen sind, befestigt. Die Welle L dreht sich durch die Kurbelbewegung bei J, welche durch J und K fortgepflanzt wird. In dem Maasse wie die Welle L sich dreht, werden die mit dem Deckel verbundenen Stricke auf die Trommeln M M' aufgewunden und bewirken so die Hebung des Deckels.

Eine ähnliche Knetmaschine, bei der die Arme nicht gerade gegen die Achse des Cylinders stehen, sondern schraubenförmig gekrümmt sind, ist von BOLAND construirt und in der grossen Bäckerei der Pariser Civil-Hospitäler eingeführt. Sie erfordert einen etwas grösseren Kraftaufwand als die beschriebene Maschine, liefert aber einen Teig, der dem mit der Hand gekneteten am meisten gleichkommt. Die BOLAND'sche Maschine durch Dampf betrieben liefert täglich 20000 Kilogrm. Brot.

Bei der Bereitung des Teiges mit Maschinen hat sich gezeigt, dass der Teig etwas langsamer als beim Handkneten gähre. Dieser Uebelstand lässt sich dadurch ausgleichen, dass man frische Hefe in etwas grösserer Menge als beim gewöhnlichen Kneten zusetzt und dass man die Menge des Sauerteiges vermehrt. Man arbeitet immer auf die Weise, dass man nur die Hälfte des fertigen Teiges zu einem Gebäck verwendet, während die andere Hälfte als Ferment für das folgende Gebäck verwandt wird.

5. Backofen von Grouvelle und Mouchot.

Dieser Ofen, der ursprünglich von LEMARRE und JAMTEL construirt, später aber von den oben genannten verbessert wurde, ist auf Tafel XXVII bei F F im Querschnitt dargestellt. Er ist für Kohks- oder Steinkohlenfeuerung bestimmt und unterscheidet sich von anderen Oefen dadurch, dass das Heizmaterial in eigenen, vom Herde getrennten, Feuerstellen verbrannt wird. Der Ofen erhält einerseits strahlende Wärme und andererseits die Wärme eines darin circulirenden Stromes heisser Luft. Der Backherd mit seinem Gewölbe ist durch IJ bezeichnet. Der Feuerraum befindet sich bei H, er ist in der Mitte durch einen nicht gezeichneten Rost getheilt, so dass der untere Raum als Aschenfall, der obere als eigentlicher Heizraum dient. Die Verbrennungsproducte circuliren in einem System von Canälen o o, geben ihre Hitze an die Sohle des Herdes ab und entweichen endlich in den Schornstein. Es würde jedenfalls zweckentsprechender sein, wenn man diese Rauchcanäle auch über dem Gewölbe des Ofens fortführte, um auch von hier aus eine weitere Wärmeausstrahlung zu haben. Während des Backens ist der Ofen gänzlich geschlossen, um eine regelmässige Cir-

culation der Luft zu bewirken. In dem Maasse wie die Luft im Ofen durch die Abgabe ihrer Wärme erkaltet, sinkt sie, specifisch schwerer geworden, durch eine Anzahl von Röhren J K in ein System von Gewölben K K′ K″ K‴, welche rings um die Feuerung vertheilt sind. Nachdem sie diese durchlaufen und sich vorgewärmt hat, steigt sie bei K‴ in die Höhe, tritt hier in die unmittelbar über der Feuerung befindlichen Canäle m m m ... ein, wird auf den höchsten Wärmegrad gebracht und gelangt bei J wieder in den Ofen. Dieselbe Circulation erhält sich beständig, so dass in den Ofen unablässig heisse Luft einströmt.

Dieser Ofen bietet den Vortheil der grössten Sauberkeit, er lässt ein Brot erzielen, dessen Kruste niemals durch Kohlen oder Asche verunreinigt ist, ferner den des billigeren Heizmaterials, insofern er mit Steinkohle oder Kohks statt des theuren Holzes geheizt wird, endlich den des continuirlichen Betriebes, insofern die Wärme des Ofens immer constant erhalten werden kann.

Ein solcher Ofen lässt in 12 Stunden 20 Gebäcke von je 133 Kilogrm. Brot, entsprechend je 100 Kilo Mehl oder 154 Kilo Teig fertig werden. Er liefert täglich 2600 Kilogrm. Brot und consumirt dabei 300 Kilogrm. Kohks.

Der übrige Theil der Tafel XXVII zeigt die weiteren Einrichtungen der Bäckerei. Gut ventilirte Speicher A A′ B dienen zur Aufbewahrung des in Säcken vorräthig gehaltenen Mehles. Sie sind unter sich durch Aufzüge verbunden, um die gefüllten Säcke leicht von einem Boden zum anderen transportiren zu können. An dem einen Ende des Bodens befindet sich der Schlauch C, durch den das Mehl in den Mehlkasten D im Backhause gestürzt wird. E ist die Knetmaschine. M ein Behälter zur Aufnahme des Wassers, welches durch eine Vermischung von kaltem und heissem Wasser dort auf die erforderliche Temperatur, im Winter wärmer, im Sommer kälter, gebracht wird. Eine Röhrenleitung n n führt das kalte Wasser, theils durch den Hahn q in den Wasserbehälter M, theils in den, durch die Wärme des Ofens geheizten Kessel G, von wo das heisse Wasser durch den Hahn p nach M geleitet wird. Auf dem Gestelle e e e werden die Brotlaibe aufgespeichert, bis die Gährung erfolgt ist und bis sie zum Einbringen in den Ofen bereit sind.

6. Rolland's Knetmaschine.

Diese Maschine unterscheidet sich von der von Moret dadurch, dass hier der Trog feststeht, während das eigenthümlich geformte Knetwerk rotirt. Sie ist in Fig. 31 in horizontalem, in Fig. 32 in vertikalem

Durchschnitt dargestellt. Der eigentliche Backtrog M N O ist halb cylindrisch, an der einen, der Wand zugekehrten Seite mit einer Er-

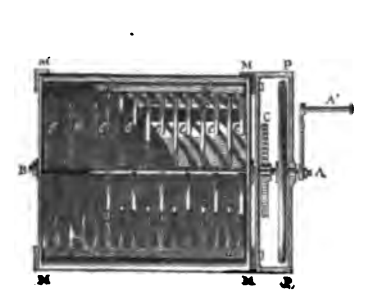


Fig. 31.



Fig. 32.

höhung versehen, er ist nicht verschliessbar. An den beiden Enden ist er durch zwei gerade Wände M M begrenzt. In diesen sind zwei Lager befestigt, welche die Welle des Knetwerks B tragen. Das Knetwerk ist aus einer Sförmig gebogenen Eisenplatte d e f gebildet, diese ist vielfach durchbrochen, so dass eine grosse Anzahl von abwechselnd langen und kurzen gebogenen Armen entstehen, die die Bearbeitung des Teiges bewirken. Der Knetapparat erhält seine Bewegung durch das grosse Zahnrad C, welches in ein auf der Welle B befindliches kleines Zahnrad eingreift; das erstere wird durch die Kurbel A′ und ein grosses Schwungrad in regelmässige Umdrehung versetzt.

7. Rolland's Backofen.

Das Princip der Construction dieses Ofens ist von dem aller sonstigen wesentlich verschieden. Der Apparat ist auf Tafel XXVIII dargestellt. Der Backherd A B Fig. 1, 2, 5 ist aus eisernen Platten gebildet, welche durch ein eisernes Rahmenwerk D D′ Fig. 5 getragen werden; dieser Herd ist nicht fest, sondern in einer horizontalen Ebene drehbar. Um diese Bewegung zu ermöglichen, ist er auf einer drehbaren Welle H H befestigt. Diese Welle ist zwei Meter lang und geht in ein unter dem Ofen befindliches Gewölbe; hier trägt sie ein in Fig. 1 und 2 sichtbares Stirnrad, in welches ein kleines conisches Rad, das durch eine Transmission von C′ C″ in Bewegung gesetzt wird.

Die Welle, und damit der Herd des Ofens, kann nach Bedarf höher oder tiefer gestellt werden, indem die Lagerbüchse, in welcher sie ruht, unten in eine Schraubenspindel sich verlängert, die in ein Schraubengewinde eingreift und so mittelst der Hebel J J höher oder tiefer gestellt werden kann, je nachdem die auf den Backherd zu bringenden Brote eine grössere oder geringere Höhe haben.

Die Heizung erfolgt von der in Fig. 1 und 3 sichtbaren Feuerung C. Die Verbrennungsproducte strömen in die Füchse m, von dort in die unter dem beweglichen Herde liegenden eisernen Heizröhren n, welche auf einer schwach gegen die Feuerung geneigten Ebene von Mauersteinen ruhen. Die Heizröhren münden in die vertikalen Züge o und von diesen strömen die Verbrennungsproducte in den über dem Backraum befindlichen, aus eisernen Platten construirten Raum q. Die obere Fläche desselben ist bei P mit einer starken Schicht eines schlecht Wärme leitenden Materials, Asche oder dergl. bedeckt, während die untere Fläche die Wärme frei in den Backraum ausstrahlen lässt.

Der Ofen hat daher im Wesentlichen die Construction einer Muffel, bei der jede Verbindung des inneren Raumes mit dem Heizraum und den Verbrennungsproducten abgeschnitten ist.

Man kann den Ofen beliebig mit Steinkohlen oder Holz heizen im ersteren Falle findet sich in dem Feuerraum C der Rost F und unter diesem der geräumige Aschenfall E. Heizt man mit Holz, so bringt man zur Gewinnung der abfallenden Kohlen einen Kohlendämpfer unter den Feuerraum, wie in Fig. 33 dargestellt ist. Durch die weit gestellten

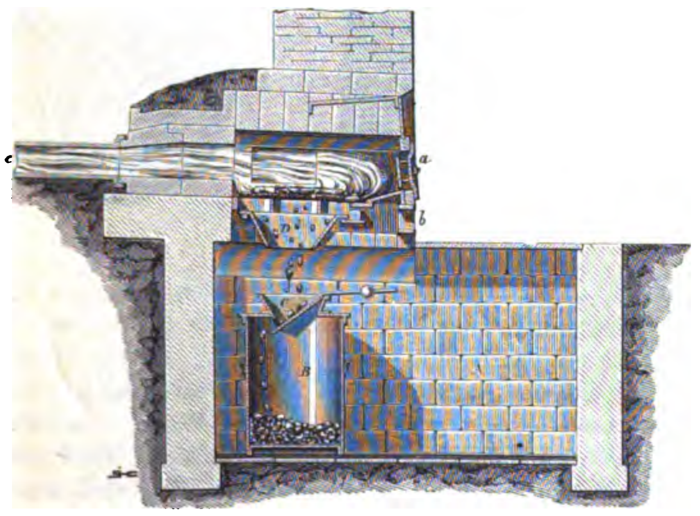


Fig. 33.

Rosten der Feuerung fallen die Kohlen in dem Maasse, wie sie von dem brennenden Holze abbröckeln in den stumpfen Trichter D und von diesem in den trichterförmigen Aufsatz C des Dämpfers B. Dieser Aufsatz ist durch eine nach innen springende, durch ein Gegenwicht balancirte Klappe verschlossen. Sobald Kohlen auf dieselbe fallen, wird das Gewicht der Klappe grösser, als das des Gegengewichtes, in Folge

dessen öffnet sich die Klappe in den Innenraum des Dämpfers, lässt die Kohlen hineinfallen und verschliesst sich sofort wieder, wodurch dann die glühenden Kohlen vor dem Zutritt der Luft bewahrt werden. Der Dämpfer ruht auf eisernen Schienen und kann daher, sobald er voll geworden ist, mit grösster Leichtigkeit ausgewechselt und durch einen leeren ersetzt werden.

Die Einführung des zu backenden Teiges in den Ofen geschieht mit grösster Leichtigkeit. Der vor der Mündung des Ofens (Fig. 34) befindliche Theil des Herdes wird mit Brotlaiben belegt. Alsdann wird die Kurbel G (Fig. 34) oder C' (Fig. 2 und 4) gedreht und die Herdplatte damit so weit fortbewegt, bis genügend freier Raum vor dem Mundloch des Ofens ist, dieser wird wieder mit Brotlaiben belegt und so fort bis die ganze Platte bedeckt ist, wie Fig. 35 zeigt. Die Einführung der Laibe wird dadurch besonders erleichtert, dass man hier



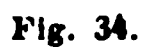


Fig. 34.



Fig. 35.

nicht gezwungen ist, die Laibe bis an den weit entfernten hinteren Theil des Ofens; sondern nur bis zu dessen Mitte zu schieben. Da der ganze Durchmesser der Herdplatte 4 M. beträgt, so braucht man die Laibe nur bis auf eine Entfernung von 2 Meter zu bringen. Die Entleerung des Ofens erfolgt genau auf dieselbe Weise. Nachdem der ganze Ofen gefüllt ist, findet sich der zuerst beschickte Theil des Herdes vor dem Mundloch, dieser wird zuerst gar sein, wird also auch zuerst herausgenommen, nach einer entsprechenden Drehung der Platte wird der zweite Theil entleert u. s. f. bis der ganze Ofen leer geworden.

Die Vortheile, welche das Verfahren Rolland's durch die Verbindung der Knetmaschine mit dem so construirten Ofen gewährt, sind folgende:

1) Ein leichtes, reinliches, wenig anstrengendes Kneten mittelst der Maschine.

2) Leichte Beschickung und Entleerung des Ofens, mit kurzen, leichten, handlichen Werkzeugen.

3) Beliebige Verwendung jedes möglichen Heizmaterials.

4) Beträchtliche Ersparung der Heizungskosten.

5) Absolute Reinlichkeit des Ofens, die die lästige und unvollkommene Beseitigung von Kohlen und Asche unnöthig macht.

6) Leicht zu erhaltende, gleichmässige Temperatur im Ofen.

7) Bei Anwendung von Holz selbstthätige Gewinnung der Kohlen, ohne Belästigung des Arbeiters durch die starke Wärmestrahlung der glühenden Kohlen.

8) Sauberkeit, gutes Aussehen des Gebäckes, welches niemals durch Asche, Kohlen, Staub verunreinigt werden kann.

Es hat dieser Ofen in Frankreich in den Bäckereien vielfach Eingang gefunden und wird dort sowohl zur Brot-, wie zur Kuchen- und Pastetenbäckerei verwandt.

Bei der regelmässigen Brotbereitung lassen sich die Operationen über die einzelnen Stunden des Tages folgendermassen vertheilen:

		Quantität	Gewonnener Teig
3 Uhr Morgens	Entnahme des Sauerteigs	7 Kilo	7 Kilo
6 " "	Erstes Auffrischen . .	7 K. Wasser 14 K. Mehl	21 "
2 " Nachmittags	Zweites Auffrischen . .	14 K. Wasser 28 K. Mehl	42 "
4 " "	Drittes Auffrischen . .	28 K. Wasser 56 K. Mehl	84 "
6 " Abends	Teigbildung	50 K. Wasser 100 K. Mehl	150 "
		Gesammtquantum des Teigs	304 Kilo.

Bei der Teigbildung setzt man 0,66 Kilo Salz und 0,30 Kilo Presshefe zu.

Den fertigen Teig lässt man eine Stunde lang gähren, nimmt dann den dritten Theil davon ab, um diesen als Ferment beim zweiten Gebäck zu verwenden, der Rest des Teiges von 203 Kilo Gewicht wird zu Brotlaiben ausgewirkt und kommt um 8 Uhr in den Ofen. Der zurückgelassene Theil des Teiges wird wieder mit 68 Kilo Wasser und 136 Kilo Mehl angeknetet, von diesem zweiten Teige werden wieder 203 Kilo zu Laiben gewirkt, die um $10\frac{1}{2}$ Uhr in den Ofen kommen. Auf dieselbe Weise verfährt man weiter, so dass man nacheinander um $12\frac{1}{2}$ Uhr, um $2\frac{1}{2}$ Uhr, um $4\frac{1}{2}$ Uhr und endlich noch einmal um $8\frac{3}{4}$ Uhr einen Ofen beschickt. Bei jeder neuen Teigbildung wird das

erforderliche Quantum Salz und eine entsprechende Menge von Hefe zugesetzt.

Ausser den hier beschriebenen Verrichtungen sind zahllose Abänderungen des Backverfahrens, sowohl in Bezug auf die mechanischen Theile der Knetmaschinen, Backöfen, als auch in Bezug auf die Bereitung des Teiges in neuerer Zeit empfohlen worden und haben sich hier und da in der Praxis eingebürgert. Namentlich finden sich jetzt mehr und mehr die für Steinkohlenheizung bestimmten Oefen. Es würde zu weit führen, wenn wir diese besprechen wollten, ebensowenig werden wir uns hier mit einer Besprechung der Anfertigung der verschiedenen Luxusgebäcke befassen. Nur eine Verbesserung mag hier erwähnt werden, die allerdings weniger die Bereitung des Brotes als die des Mehles betrifft, die aber unzweifelhaft von grösster Wichtigkeit und grösster Bedeutung ist. Bei der gewöhnlichen Bereitung des Mehles wird ein grosser, und zwar der nahrhafteste Theil des Getreides dadurch dem menschlichen Consum entzogen, dass er unbenutzt in die Kleie übergeht. Je nach der Feinheit des darzustellenden Mehles erhält man 20—25 Proc. vom ganzen Korn als Kleie. In neuester Zeit ist es nun gelungen, Maschinen zu construiren, welche das Korn vor dem Mahlen schälen und so nur die harte, 4—5 Proc. vom Gewicht des Kornes betragende Oberhaut entfernen, während alles übrige zu Mehl verarbeitet werden kann, wodurch man 15—20 Proc. Mehrausbeute aus dem Getreide erzielen kann. Es ist das ein Gewinn, dessen Bedeutung bei dem colossalen täglichen Brotconsum kaum mehr in Geldeswerth zu berechnen ist.

8. Das Verderben des Brotes.

Das Brot ist bei längerer Aufbewahrung dem Verderben durch Schimmelbildung ausgesetzt. Die Berührung mit der Luft trägt die Sporen aller möglichen Schimmelpilze herbei und diese entwickeln sich ungemein rasch zu den bekannten grünen und weissen Schimmelrasen, die das ganze Innere des Brotes mit grosser Schnelligkeit durchdringen, ihm unangenehmen Geruch und Geschmack ertheilen und es so ungeniessbar machen. Die Entwicklung dieser Pilze wird umsomehr begünstigt, je feuchter der Teig beim Kneten gehalten wurde. Es findet die Schimmelbildung vorzugsweise statt, wenn das Korn oder das Mehl schon bei seiner Gewinnung gelitten hatte. Ob dabei, wie von manchen Seiten behauptet wird, die Sporen der Pilze mit dem Mehl in's Brot gekommen sind und die hohe Temperatur des Backens unverändert überlebt haben, scheint uns zweifelhaft; es ist vielmehr wahrscheinlicher, dass aus verdorbenem Mehle dargestelltes Brot ein besonders günstiger Boden für die Entwicklung der Pilze sei, so dass ein aus gutem Mehle

bereitetes Brot die Keimung der auf dasselbe fallenden Sporen nicht in gleichem Maasse begünstigt, wie jenes. Der beste Schutz gegen den Pilz ist ein nicht über das Normale steigender Wassergehalt der Brotkrume und ein grösserer Zusatz von Salz, namentlich aber ein rascher Consum. Nicht so häufig wie die gewöhnlichen Schimmelarten tritt ein besonderer Pilz, Oidium aurantiacum, auf, derselbe hat eine rothe Farbe, ertheilt aber dem Brote sonst alle nachtheiligen Eigenschaften des gewöhnlichen Verschimmelns. Er ist namentlich im Jahre 1843 verheerend in dem um Paris concentrirten Feldlager der Truppen aufgetreten.

Stärkmehl und Kleber des Getreides.

1. Weizenarten. 2. Bau des Weizenkornes. 3. Bestandtheile der Getreidekörner. 4. Fabrikation des Weizenstärkmehls. 5. Maisstärke. 6. Reisstärke. 7. Fabrikation der Nudeln, Macaroni. 8. Gekörnter Kleber.

1. Weizenarten.

Obgleich sämmtliche Getreidearten reich an Stärkmehl sind, so wird doch fast ausschliesslich der Weizen zur technischen Gewinnung des Getreidestärkmehls benutzt.

Beim Weizen unterscheidet man eine Anzahl verschiedener Arten, und jede derselben hat noch weit mehr Varietäten. Nämlich:

I. Wahre Weizen. Die Aehrchen an einer zähen Spindel angewachsen, die Körner lösen sich leicht aus den Spelzen.

1. Der gemeine Weizen, Triticum vulgare.
   a. Kolbenweizen, Triticum vulgare muticum mit grannenlosen Aehren.
   b. Grannenweizen, Triticum vulgare aristatum, unterscheidet sich von dem vorigen durch gegrannte Aehren.
2. Der englische Weizen, Triticum turgidum.
3. Der Glasweizen, Triticum durum.
4. Der Polnische Weizen, Triticum polonicum.

II. Spelzarten, mit spröder, leicht zerbrechlicher Samenspindel, die Körner dicht von Spelzen umschlossen, so dass sie nicht leicht von diesen zu trennen sind.

1. Der eigentliche Spelz, Triticum spelta.
2. Das Amelkorn, Emmer, Triticum amyleum.
3. Das Einkorn, Dinkel, Triticum monococcum.

Es ist hier nicht am Orte, die grosse Anzahl der einzelnen Varietäten aufzuzählen. Technisch fasst man sie nach den Eigenschaften ihres Korns gewöhnlich in drei verschiedenen Gruppen zusammen. Nämlich:

1. Harte oder glasige Weizen mit schwerem, dichten, etwas durchscheinenden, röthlichen Korn, am wenigsten hygroskopisch, geben beim Mahlen wenig Kleie, ein wenig weisses Mehl, reich an Eiweiss, Fett und Salzen.

2. Weich- oder Weiss-Weizen mit weichem weissen, nicht durchscheinendem Korn, mehlreich, sind ärmer an Kleber, Fett und Salzen als die vorigen, mahlen sich mit Leichtigkeit zu einem feinen weissen Mehl.

3. Halbharte Weizen, stehen in ihren Eigenschaften in der Mitte zwischen den beiden vorhergehenden, ohne in ausgesprochenem Maasse die Eigenschaften des einen oder des anderen zu haben. Sie sind besonders für die Mehlbereitung geschätzt, weil sie leicht die Trennung der Kleie bewerkstelligen lassen und weil der Gries beim Vermahlen ein sehr schönes, weisses Mehl liefert.

2. Bau des Weizenkornes.

Das reife Weizenkorn bildet einen walzenförmigen, an seinen beiden Enden abgerundeten, auf der einen Seite der Länge nach gefurchten Körper. Die äussere Wand dieses Körpers ist, namentlich an dem einen Ende, mit zahlreichen, feinen Haaren bekleidet. Diese Haare bieten den Sporen und Pilzen, mit denen sie in Berührung kommen, die günstigste Gelegenheit zum Anhaften, und führen mittelbar so zu den oben beschriebenen Folgen, dem durch Infection und Gährung herbeigeführten Verderben.

Betrachtet man ein durchschnittenes Weizenkorn, so erkennt man schon ohne Vergrösserung drei wesentlich verschiedene Theile: die Schaale, den Mehlkörper und den Embryo. Die Schaale umhüllt das ganze gleichförmig, sie besteht aus lang gestreckten, stark verdickten, vertrockneten Zellen (P Fig. 12, Tafel XVIII), sie sind durch ihren hohen Gehalt an Cellulose für den Menschen unverdaulich, sie sind reich an stickstoffhaltigen Stoffen, Fetten, Salzen. Unmittelbar unter der Schaale findet sich eine rings um das ganze Korn verlaufende Reihe ziemlich grosser, dicht gestellter, starkwandiger Zellen Q R, die Kleberschicht. Diese Zellen sind frei von Stärkmehl, aber gänzlich mit Eiweissstoffen und Fetttropfen erfüllt; bei der Behandlung mit Jod färben sie sich deutlich gelb. Die Kleberschicht bildet die Umgrenzung des Mehlkörpers, dessen übriger Theil aus zartwandigen, strotzend mit Stärkmehl gefüllten Zellen besteht. Endlich findet sich an dem einen Ende des Korns, von der Kleberschicht des Mehlkörpers umhüllt, der Embryo, aus welchem beim Keimen die junge Pflanze sich entwickelt.

3. Bestandtheile der Getreidekörner.

Ausser der Cellulose, welche die Membranen der einzelnen Zellen bildet, und welche in den Samenschalen mehr oder weniger verändert

ist, haben wir in allen Getreidearten: Stärkmehl, Eiweisstoffe, Fette, Zucker und ähnliche Körper und Mineralstoffe.

Die Form, die Zusammensetzung und die Eigenschaften des Stärkmehls sind in einem besonderen Abschnitte ausführlich beschrieben worden.

Die Eiweissstoffe, beim Weizen als Kleber bezeichnet, lassen sich durch Kneten unter Wasserzufluss von den meisten der übrigen Bestandtheile trennen. Der dabei zurückbleibende Kleber ist grauweiss, zähe, elastisch, im unveränderten Zustand sehr dehnbar, schwach fade riechend. Bei verdorbenem Korn oder Mehl vereinigt sich der Kleber nur schwierig, sondern wird mit dem auffliessenden Wasser fortgespült.

Der Kleber ist keine einfache Substanz, er enthält, so wie man ihn durch Kneten von Weizenmehl gewinnt, stets noch den grössten Theil des Fettes und der mineralischen Bestandtheile, vorzugsweise phosphorsaure Salze. Durch Behandlung mit siedendem Weingeist kann man ihn in drei verschiedene Körper zerlegen: in Pflanzenfibrin, Casein oder Mucin und Pflanzenleim oder Glutin, sämmtlich der Gruppe der Eiweisskörper angehörend. Das Fibrin ist in siedendem Weingeist unlöslich und bleibt daher beim Auskochen des Klebers zurück. Verdunstet man die alkoholische Flüssigkeit, um sie zu concentriren, so scheidet sich beim Erkalten eine schleimige Masse von unreinem Casein ab. Diese wird von der Flüssigkeit getrennt, und wiederholt mit kaltem absolutem Alkohol behandelt, wodurch Fett etc. entfernt wird und das darin unlösliche Casein zu weissen, erdigen Massen eintrocknet. Die von dem rohen Casein abgeschiedene Flüssigkeit liefert beim weiteren Verdunsten den in siedendem wie kaltem wässrigen Weingeist löslichen, in Aether und absolutem Alkohol aber unlöslichen Pflanzenleim.

In seiner Zusammensetzung und seinen Eigenschaften ist der Kleber den thierischen Eiweissstoffen, wie wir sie im Fleisch, im Muskel etc. haben, ungemein ähnlich. Als Nahrungsmittel kann er daher das Fleisch vertreten, und es werden die aus den Getreidearten bereiteten Nahrungsmittel daher einen um so höheren Nährwerth haben, je reicher an Kleber sie sind. Trotz dieser grossen Bedeutung für die Ernährung wird dem Kleber eine viel zu geringe Beachtung geschenkt. Um ein möglichst weisses Brot zu erzielen, lässt man die kleberreichsten Partien des Kornes in die Kleie gehen. Bei der Stärkmehlfabrikation zerstört man den Kleber absichtlich, um die Abscheidung des Stärkmehls zu erleichtern. Wir werden unten Verfahrungsweisen beschreiben, welche es gestatten, bei vollständiger Gewinnung des Stärkmehls den Kleber unverändert zu erhalten. Der allgemeineren Einführung dieser Fabrikationsmethoden steht an vielen Orten nur das grosse Hinderniss ent-

gegen, dass die Erhebung der Mahlsteuer bestimmte Verfahrungsweisen des Stärkmehls vorschreibt, welche die Zerstörung des Klebers bedingen, von denen der Fabrikant, trotz alles Nachtheiles, nicht abweichen darf.

Die einzelnen Bestandtheile sind in sehr ungleichem Maasse in den einzelnen Getreidearten vertheilt und auch bei denselben Arten kommen grosse Verschiedenheiten vor, je nach Clima, Witterungsverhältnissen, Boden, Düngung, Ernte. So sind die harten Weizen stets reicher an Kleber als die weichen, dafür entsprechend ärmer an Stärkmehl. Am reichsten an Stärkmehl ist der Reis, dafür am ärmsten an Eiweissstoffen, am fettreichsten der Mais und Hafer. In folgender Tabelle sind einige Analysen verschiedener Getreidearten zusammengestellt, doch können diese nur annähernd ein Bild der durchschnittlichen Zusammensetzung geben, weil durch die verschiedenen die Vegetation der Pflanze beherrschenden Einflüsse nicht unbeträchtliche Abweichungen hervorgebracht werden können. Ausser den aufgeführten Bestandtheilen enthalten die Getreidekörner stets im lufttrocknen Zustande noch 12—15 Proc. Feuchtigkeit.

Zusammensetzung verschiedener Getreidearten.

	Stärkmehl.	Eiweiss (Kleber)	Dextrin, Zucker und ähnliche Körper.	Fett	Cellulose	Mineralstoffe
Harter Weizen von Venezuela	58,12	22,75	9,50	2,61	4,00	3,02
Harter Weizen aus Afrika	64,57	19,50	7,60	2,12	3,50	2,71
Harter Weizen von Taganrock	63,30	20,00	8,00	2,25	3,60	2,85
Halbharter französischer Weizen	68,65	16,25	7,00	1,95	3,40	2,75
Weichweizen	75,31	11,65	6,05	1,87	3,00	2,12
Roggen	65,65	13,50	12,00	2,15	4,10	2,60
Gerste	65,43	13,96	10,00	2,76	4,75	3,10
Hafer	60,59	14,39	9,25	5,50	7,06	3,25
Mais	67,55	12,50	4,00	8,80	5,90	1,25
Reis	89,15	7,05	1,00	0,80	1,10	0,90

4. Fabrikation des Weizenstärkmehls.

Die Darstellung des Stärkmehls aus dem Weizen ist etwas verschieden von der oben beschriebenen aus Kartoffeln. Während es sich bei jener nur darum handelt, nach dem Zerreissen der einzelnen Zellen das in deren Saft abgelagerte Stärkmehl auszuwaschen, haben wir hier eine Trennung von dem das Stärkmehl umhüllenden Kleber vorzunehmen und diesen sammt den Hülsen und den übrigen Bestandtheilen des Korns zu entfernen. Es kann dieses nach zwei wesentlich verschiedenen Methoden ausgeführt werden:

1) Man benutzt die plastische Eigenschaft des Klebers, welche gestattet, aus einem Teige das Stärkmehl auszuwaschen, während der Kleber in reiner Form zurückbleibt.

2) Man zerstört den Kleber durch Gährungs- und Fäulnissprocesse, wobei er theils gelöst wird, theils seinen Zusammenhang verliert und sich dann vom unveränderten Stärkmehl trennen lässt.

Das letztere Verfahren ist seit uralter Zeit ausgeführt und findet sich gegenwärtig noch in den bei weitem meisten Fabriken, es ist an solchen Orten, wo das Mahlgewerbe einer Besteuerung unterliegt, das allein zulässige. Es hat aber eine Reihe von Uebelständen: der bei weitem grösste Theil des Klebers, der als Viehfutter oder zur Nahrung von Menschen genutzt werden kann, ist dabei verloren; die Ausbeute an Stärkmehl ist nicht dem Gehalte des Korns entsprechend; die Abflüsse der Fabriken, mit fäulnissfähigen Stoffen und Gährungs- und Fäulnissfermenten aller Art beladen, gefährden durch die Verbreitung dieser Fäulnissfermente die Gesundheit der Anwohner, verderben das Wasser der Canäle, in welche man sie fliessen lässt und verbreiten den widerwärtigsten Geruch. Der französische Gesundheitsrath rechnet die nach dem alten Verfahren arbeitenden Fabriken zu den gesundheitsgefährlichen, und verbietet deren Anlage in den Städten, während die anderen in jedem bewohnten Orte betrieben werden dürfen *.

Gewinnung von Stärkmehl und Kleber aus Weizenmehl. Bei diesem von Martin eingeführten Verfahren bereitet man zunächst gerade wie beim Brotbacken, einen Teig, indem man 100 Theile Mehl mit 40—50 Th. Wasser zusammenbringt. Der Teig wird entweder durch Menschenkraft oder in einer Maschine geknetet, bis er ganz gleichförmig ist und bleibt dann, um den Kleber sich mit Feuchtigkeit sättigen zu lassen, im Sommer 25 Minuten, im Winter eine Stunde lang liegen, worauf die Auswaschung erfolgt.

* In dem seiner Weizenstärkefabriken wegen berühmten Halle liegen die bei weitem meisten Fabriken inmitten der Stadt.

Zum Auswaschen oder Abschlämmen des Stärkmehls dient ein halbcylindrischer Trog, in welchem an einzelnen Theilen der Peripherie mit Drahtgewebe bedeckte Ausschnitte zum Abfluss des mit Stärkmehl beladenen Wassers angebracht sind. Auf dem Boden des Troges liegt eine leichte cannellirte Walze, der durch eine mechanische Vorrichtung eine hin und her schwingende Bewegung ertheilt wird. Der zu kleinen Ballen geformte Teig kommt in den cylindrischen Trog und wird, während ein Wasserrohr beständig feine Strahlen von Wasser auf ihn spritzt, fortwährend von der Walze hin- und herbewegt. Das Stärkmehl wird dabei abgeschlämmt, fliesst durch die mit dem Drahtgewebe überspannten Oeffnungen mit dem Wasser Sammelbehältern zu, während der Kleber sich immer mehr zusammenballt und schliesslich als zähe, elastische Masse mit seinen bekannten Eigenschaften zurückbleibt.

In einem solchen Apparate, dessen Trog 2 Meter lang und 1,25 Meter breit ist, kann stündlich mit einem Aufwand von ca. 500 Kilo Wasser der Teig von 100 Kilo Mehl verarbeitet werden.

Bei den neueren Constructionen des Apparates werden gewöhnlich zwei Waschtröge neben einander gelegt, wodurch die Leistungsfähigkeit verdoppelt wird. Fig. 36 giebt den Apparat im Querdurchschnitt, Fig. 37 in oberer und Fig. 38 in Endansicht. Dieselben Buchstaben bezeichnen gleiche Theile.

FF sind die hölzernen Tröge von 2 M. Länge und 1,50 M. Breite. In Fig. 36 ist deutlich zu sehen, wie ein Theil der Peripherie der Tröge ausgeschnitten und dafür mit den auf hölzernen Rahmen gespannten Drahtgeweben CC bedeckt ist. An den Längsseiten befinden sich die beiden weiten Rinnen DD, in welchen mittelst einer verstellbaren Abflussvorrichtung das Niveau der Flüssigkeit so erhalten wird, dass es in der Rinne und im Troge bis zur Hälfte der Höhe der Drahtgewebe reicht, während alles übrige Stärkmehl führende Wasser durch das höher oder tiefer zu stellende Rohr d (Fig. 37) dem Sammelbehälter G zufliesst.

Ueber der gemeinsamen Wand der beiden Tröge ist bei E ein gebogenes Blech befestigt, welches dazu dient, die Wellen der bewegten Flüssigkeit zu brechen und ein Uebertreten der Flüssigkeit aus dem einen Troge in den anderen zu verhindern. A A′ sind zwei in Lagern auf dem Rande der Tröge ruhende eiserne Wellen. Jede derselben hat an ihren Enden einen eisernen, gabelförmig endenden Arm, und diese Gabeln umfassen die Enden der hölzernen cannellirten Walzen BB′, so dass letztere sich frei in den Gabeln drehen können. Den Wellen AA′ wird durch die Kurbeln a a jedesmal eine halbe, wechselweis nach der einen und anderen Richtung gehende Drehung gegeben, wodurch die

Walzen B B′ über den Boden der Tröge hin- und herbewegt werden. Anfangs erfordert die Drehung der Kurbeln einen ziemlich bedeutenden Kraftaufwand, nach einer Arbeit von etwa 10 Minuten hat sich jedoch das Volumen des Teiges bereits sehr vermindert, wodurch dann die Arbeit wesentlich erleichtert wird.

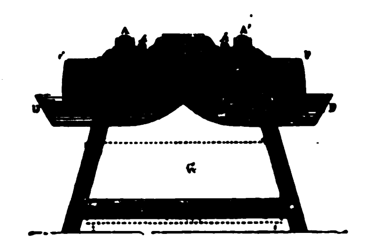


Fig. 36.

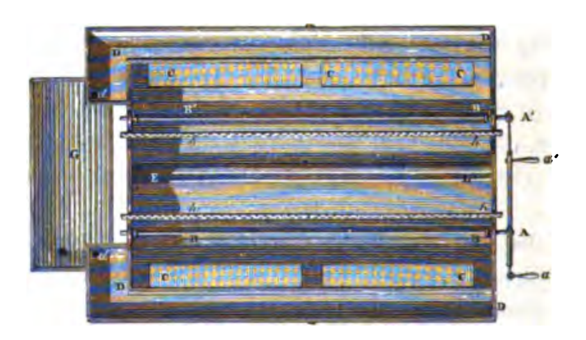


Fig. 37.

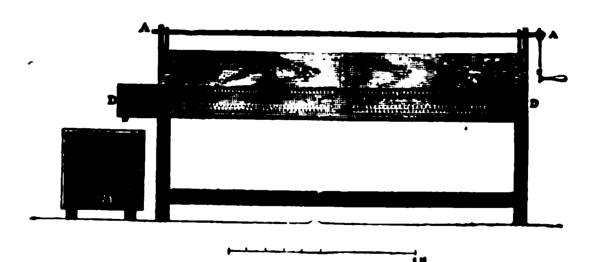


Fig. 38.

Das Wasser wird den beiden Trögen durch die kupfernen, rings mit feinen Löchern durchbohrten Röhren zugeführt, welche während der ganzen Operation feine Wasserstrahlen auf den unter ihnen bewegten Teig spritzen.

Die Arbeit mit dem Apparate erfolgt auf die Weise, dass zunächst von einem Sack Mehl (157 Kilo) unter Zusatz von 75—80 Kilo Wasser

der Teig bereitet wird, wozu im Sommer 20—30 Minuten, im Winter eine Stunde erforderlich. Dieser Teig wird zu Ballen von etwa 1 Kilo Gewicht ausgewirkt und gleichmässig auf die beiden Tröge vertheilt. Er liegt dabei zum Theil im Wasser und wird durch die Walzen unablässig hin- und hergerollt. Wenn dabei der Teig sich zu grösseren Klumpen zusammenballt, so wird er sofort von dem die Operation beaufsichtigenden Arbeiter wieder zertheilt. Dieser hat ausserdem dafür zu sorgen, dass die Drahtsiebe nicht durch kleine fortgespülte Klebertheilchen verstopft werden, was er dadurch erreicht, dass er mit der einen Hand über die Aussenfläche eine Bürste fährt, während er mit der anderen Hand inwendig die Klebertheilchen beseitigt. Das Auswaschen des Teiges dauert etwa eine Stunde, alsdann führt das Wasser fast kein Stärkmehl mehr fort. Das Abflussrohr d wird dann ganz aus der Rinne D herausgezogen, wodurch der flüssige Inhalt der Rinne und des Troges in das Sammelgefäss G fliesst. Der Kleber, welcher im Troge zurückbleibt, wird darauf von seinem Ueberschuss an Wasser durch fünf Minuten dauerndes Kneten befreit und entfernt, worauf der Apparat zu einer neuen Operation benutzt werden kann.

Man erhält durchschnittlich von einem Sack Mehl 50 Kilo feuchten Kleber und eine Flüssigkeit, welche 100 Kilo trocknes Stärkmehl enthält. Am geeignetsten für diese Fabrikationsmethode sind die halbweichen Weizenarten, weder aus hartem, glasigen, noch aus weichem mehlreichen Korn ist die Gewinnung von Stärkmehl und Kleber mit gleichem Erfolge zu erzielen.

Gewinnung von Stärkmehl und Kleber aus Weizenschrot. Das MARTIN'sche Verfahren lässt sich gleich gut auf die Verarbeitung von Schrot verwenden; die Operationen sind genau dieselben wie die oben beschriebenen, es findet in dem Producte nur insofern ein Unterschied statt, als man neben dem reinen Stärkmehl einen mit den Hülsen des Kornes gemischten Kleber erhält, der dann nicht mehr zur Darstellung von menschlichen Nahrungsmitteln benutzt werden kann, sondern als Viehfutter verwerthet werden muss.

In beiden Fällen bewirkt man am zweckmässigsten die Operationen des Teigbildens wie auch die Bearbeitung des Teiges im Wassertroge durch Maschinen, sei es durch Dampf- oder Wasserkraft.

Die Reinigung des Stärkmehls ist im Wesentlichen dieselbe, wie wir sie beim Kartoffelstärkmehl beschrieben haben. Beim Abfliessen aus dem Wassertroge kommt die Flüssigkeit zunächst auf ein feines Drahtsieb, von einem Gewebe No. 100, welches einige Membranen und kleine fortgerissene Klebertheile zurückhält. Aus dem ersten Sammelgefäss hebt eine Pumpe die Flüssigkeit in ein höher stehendes Reser-

voir, von wo sie sich über die oben beschriebenen schiefen Ebenen ergiesst. Das reine Stärkmehl lagert sich dort ab und bildet bald eine dicke und gleichförmige Schicht, während die leichteren und unreineren Theile bis an's Ende der schiefen Ebene fortgeführt werden und sich schliesslich in dem unteren Reservoir sammeln.

Hier verbleiben sie während 24 Stunden in Ruhe; das Stärkmehl scheidet sich am Boden ab, während die Flüssigkeit sich klärt. Letztere enthält mehr oder weniger eiweissartige Materie, Dextrin, Traubenzucker, Salze, man verwerthet sie entweder als Getränk für Kühe oder Pferde, oder kann sie auf Bier oder Branntwein verarbeiten. Nach dem Abklären beseitigt man die Flüssigkeit und schreitet zum weiteren Reinigen des hier gewonnenen unreinen Stärkmehls. Es wird zu dem Behufe mit Wasser aufgerührt, durch ein feines Seidensieb passirt und dann in sehr dünnen Schichten auf schiefe Ebenen gebracht. Hier lagert sich von Neuem reines Stärkmehl ab, während aus dem Abflusswasser nach 48 Stunden sich nur noch eine geringe Menge sehr geringwerthiger Stärke abscheidet; letztere lässt man auf leinenen Filtern abtropfen, presst und trocknet sie.

Nach einem neueren Verfahren von Martin lässt sich das unreine Stärkmehl mit Leichtigkeit von fremden Beimengungen befreien und ein besseres Product erzielen, als es durch blosses Waschen möglich ist. Es besteht dieses darin, dass man das Stärkmehl, nachdem man das erste Product auf den schiefen Ebenen gesammelt hat, nicht bloss mit Wasser wäscht, sondern es mit einer schwachen Lösung von Aetznatron behandelt, wodurch der Kleber gelöst wird, ehe das Stärkmehl angegriffen wird. Nach dem Absetzen und Entfernen des überstehenden Wassers rührt man den Absatz mit Wasser an und fügt dabei Aetznatronlauge von solcher Concentration, dass sie 2° am Baumé'schen Areometer zeigt, hinzu und zwar in solcher Menge, bis ein geröthetes Lackmuspapier gerade blau gefärbt wird. Man lässt die Lauge zwei Stunden lang einwirken, fügt dann viel Wasser hinzu, lässt die Flüssigkeit durch ein Sieb No. 200 fliessen, wobei gequollener Kleber etc. zurückbleibt, während das Stärkmehl hindurchfliesst. Nach ganz kurzer Ruhe, während welcher sich geringe Mengen von Sand absetzen, lässt man die Stärkmilch über schiefe Ebenen fliessen und erzielt so fast die Gesammtmenge des Stärkmehls als erstes Product, während man beim blossen Waschen fast 25 Proc. als unreines, schwer verkäufliches zweites Product erhalten würde.

Das auf den schiefen Ebenen abgesetzte reine Stärkmehl wird noch einmal in Wasser aufgerührt, durch ein Sieb passirt und kommt während 24 Stunden zum Absetzen. Nach Entfernung des Wassers findet

man an der obersten Schicht einen Theil der Unreinigkeiten, die man vorsichtig abnimmt und bei einer späteren Operation mit verarbeitet.

Zum Trocknen wird das nasse Stärkmehl zunächst in eigne flache steinerne Behälter gebracht, hier ganz eben ausgebreitet, mit einem reinen leinenen Tuche bedeckt und mit irgend welchem porösen Material überschichtet, welches die Feuchtigkeit aufzusaugen geeignet ist, z. B. mit gebrannten, porösen Lehmsteinen, mit Gipsplatten, mit ausgelaugter Asche. Nach kurzer Zeit verliert das Stärkmehl hier soviel Wasser, dass es sich als grüne Stärke in Form grosser Blöcke ausstechen lässt. Diese Blöcke werden dann an luftigen Orten, auf einem mit Luken versehenen Boden getrocknet. In dem Maasse wie an der Oberfläche das Wasser verdunstet, zieht sich die Feuchtigkeit aus dem Innern nach aussen, nimmt dabei geringe Mengen noch vorhandener Unreinigkeiten mit sich und es stellen sich gemeiniglich an der noch etwas feuchten Oberfläche Vegetationen kleiner Pilze ein, die sich durch das Erscheinen gelblicher Flecken zu erkennen geben. Jene Unreinigkeiten, sowie diese Vegetationen geben dem Kuchen ein unansehnliches Ansehen, es wird desshalb, sobald die Austrocknung sich soweit vollzogen hat, dass eine weitere Entwicklung von pflanzlichen Organismen nicht mehr möglich ist, die äussere Schicht durch vorsichtiges Abschaben mit einem Messer entfernt. Der Abfall wird als Schabestärke bezeichnet

Die gereinigten Kuchen werden in kleinere Stücke, Schäfchen, zerbrochen und so völlig getrocknet, was im Sommer ebenfalls an freier Luft, im Winter in geheizten Räumen geschieht.

Das Weizenstärkmehl unterscheidet sich in seinem Ansehen wesentlich vom Kartoffelstärkmehl. Während letzteres beim Trocknen zu mehr oder weniger feinem Pulver zerfällt, lagern sich die Körner des Weizenstärkmehls dicht zusammen und nehmen beim Trocknen ein stängliches Gefüge an, so dass ein durchbrochener Kuchen oder die Oberfläche der Schäfchen wie aus fast regelmässig an einander gelagerten Prismen zu bestehen scheint.

Gewinnung des Stärkmehls unter Zerstörung des Klebers. Bei diesem Verfahren verarbeitet man entweder Korn oder Schrot, ohne dass die weitere Methode der Abscheidung wesentliche Verschiedenheiten darböte. Am häufigsten findet man die Verarbeitung des Kornes. Der Weizen wird in grösseren Quantitäten in einem geräumigen Behälter mit Wasser übergossen und bleibt mit diesem etwa drei Tage lang in Berührung, jedenfalls so lange bis das Korn ganz gleichförmig mit Wasser durchdrungen und erweicht ist, was sich daran zu erkennen giebt, dass bei mässigem Druck zwischen den Fingern die äussere Schale sich vom Korn löst und dieses sich zu einer mehlig milchigen

Masse zerdrücken lässt. Sehr zweckmässig und vortheilhaft für die Qualität des zu erzielenden Productes ist es, wenn man mit diesem Quellen zugleich ein Waschen des Kornes vornimmt, um Staub und anhängende Unreinigkeiten zu entfernen. Es geschieht dies, indem man das Quellwasser nach Ablauf von 24 Stunden entfernt, es durch frisches Wasser ersetzt und diese Operation so oft wiederholt, bis das Wasser klar und farblos abfliesst.

Das gequellte Korn wird zerquetscht. Hierzu dienen entweder zwei neben einander liegende und sich in entgegengesetzter Richtung drehende hölzerne Walzen, über denen ein Zuführungstrichter, Rumpf, befindlich, oder ein Kollergang, bei dem auf einem horizontal liegenden, mit einem Rande umgebenen Steine entweder eine oder zwei stehende Walzen mittelst einer Welle herumgeführt werden. Die Hülse des erweichten Kornes wird dabei mit Leichtigkeit zerrissen.

Nach dem Quetschen kommt die Masse zur Gährung. Diese wird in grossen steinernen Kufen ausgeführt, in welche das gequellte Korn unmittelbar von den Quetschmühlen geleitet und dort noch mit mehr oder weniger Wasser angerührt wird. Zur Erregung der Gährung wird als Ferment ein Theil der von einer früheren Operation stammenden Flüssigkeit, Sauerwasser zugesetzt. Bei dieser Gährung verlaufen eine Reihe der verschiedensten Processe neben einander. Man bemerkt eine stete Gasentwicklung, welche auf Alkoholgährung schliessen lässt, der gebildete Alkohol verwandelt sich durch weiter fortschreitende Gährung in Essigsäure, ausserdem tritt Milchsäure-Gährung ein und unzweifelhaft noch andere Gährungen, deren Producte noch nicht studirt sind. Eigentliche Fäulniss, wenn man hierunter den unter Bildung von stinkenden Gasen verlaufenden Gährungsprocess versteht, darf nicht eintreten, die gährende Masse muss stets einen angenehmen weinigen Geruch behalten. Die Dauer des Gährungsprocesses ist verschieden je nach der Temperatur der umgebenden Luft, gewöhnlich ist die Gährung nach 3—4 Wochen genügend weit fortgeschritten. Die Flüssigkeit, in welcher die gequetschte Masse enthalten ist, das Sauerwasser, hat dann eine hellgelbe Farbe angenommen, fühlt sich eigenthümlich klebrig an, das Stärkmehl trennt sich leicht von den Hülsen, der Kleber ist theils gelöst, theils völlig erweicht und hat seine zusammenhängende, elastische Eigenschaft vollständig verloren.

Die Abscheidung des Stärkmehls aus der gegohrenen Masse erfolgt im Waschrade oder der Waschtrommel. Das Waschrad besteht aus einem flachen Cylinder, durch den eine Welle geht, die ihn in einer vertikalen Ebene in Umdrehung versetzt. Der Mantel des Cylinders ist entweder aus mit feinen Löchern durchbohrten Holzdauben oder aus

gelochtem Kupferblech gefertigt, die Enden sind mit starken Holzdeckeln, in welchen sich eine verschliessbare Oeffnung zum Füllen und Entleeren findet, verschlossen. An der einen Seite lässt ein Wasserrohr durch eine Oeffnung an der Welle Wasser einströmen; die untere Hälfte des Rades ist mit einem hölzernen Behälter umgeben, in welchem die abfliessende Stärkemilch sich sammelt und von wo sie in die Klärgefässe geleitet wird. Die gegohrene Masse wird in das Waschrad gebracht, worauf man dieses unter beständigem Zufluss von Wasser in langsame Umdrehung versetzt, das Stärkmehl wird dabei fortgewaschen und von den mehr oder weniger Kleber zurückhaltenden Trebern, die im Waschrade verbleiben, getrennt. Die Operation ist beendigt, wenn das abfliessende Wasser nicht mehr milchig erscheint.

Die weitere Reinigung der Stärkemilch ist im Wesentlichen dieselbe, wie bei der Bereitung der Kartoffelstärke beschrieben. Nachdem man sie durch feine Siebe passirt hat, kommt sie in die Klärgefässe, worin sich nach einiger Zeit das reinere Stärkmehl zu unterst, die Schlammstärke oder Kleberstärke darüber ablagert, während das verdünnte Sauerwasser allmälig klar wird. Letzteres wird durch Abzapfen beseitigt, die Schlammstärke, welche fortgeführte Klebertheile, zartere Membranen des Korns, den Embryo etc. enthält, wird für sich durch Anrühren mit Wasser, Sieben, Passiren der schiefen Ebene gereinigt. Die von der Schlammstärke befreite reinere Stärke wird dann noch mehrere Male durch Aufrühren in Wasser und Absetzen, wobei die unreineren Theile entfernt werden, gereinigt.

Nach Payen soll im Elsass die Stärkmehlfabrikation auf ähnliche Weise, aber ohne Gährung ausgeführt werden, indem man das gequellte Korn quetscht und dabei das Stärkmehl gleich mit Wasser abschwemmt. Die so gewonnene Stärkemilch siebt sich schwierig wegen der verhältnissmässig grossen Mengen ihr beigemengten unveränderten Klebers, die weitere Reinigung erfolgt durch Absetzen und auf schiefen Ebenen. Es ist schwierig, hier die Reinigung vollständig durchzuführen und man gewinnt daher wenig Stärkmehl von bester Qualität, während man etwa ein Drittel des Ganzen als wenig werthvolles Product erzielt.

Ausbeute an Stärkmehl. Bei gleicher Beschaffenheit des Rohmaterials erhält man von 100 Kilo Weizen, in Form von Körnern oder Schrot angewandt, folgende Ausbeute:

Beim Gährungsprocess; 42 Kilo feinste Stärke, 6—8 Kilo zweites Produkt. Der Kleber ist zum bei weitem grössten Theil verloren.

Beim Elsasser Verfahren: 34 Kilo feine Stärke, 18 Kilo zweites Product von geringem Werthe. Der Kleber ist ebenfalls zum grössten Theile verloren, die Treber, weil nicht durch die Gährung verändert,

besitzen höheren Futterwerth als die gegohrenen, man erhält davon 45 Kilo im feuchten Zustande.

Beim MARTIN'schen Verfahren. 52 Kilo feine Stärke, 6 Kilo zweites Product, 60 Kilo Abfälle, welche die Gesammtmenge des Klebers, die Hülsen etc. enthalten und ein sehr nahrhaftes Futter darstellen.

Das MARTIN'sche Verfahren zeichnet sich daher sowohl durch höhere Ausbeute an werthvollem Product, als auch durch die vollständige Gewinnung der übrigen Bestandtheile des Korns aus. Beim landwirthschaftlichen Betriebe des Gewerbes ist man daher in der Lage, von dem geernteten Korn nur das Stärkmehl zu verkaufen, während alles Uebrige der Wirthschaft verbleibt.

Gewinnung des Stärkmehls aus Bohnen. Aus diesem Material wird das Stärkmehl fabrikmässig von RISLER dargestellt. Die Bohnen werden 24—30 Stunden lang in Wasser gequellt, dann zwischen Walzen unter Zufluss von Wasser gequetscht. Die gequetschte Masse wird in Cylindersieben, wie sie in Fig. 18, S. 109 dargestellt sind, gewaschen und in zurückbleibende Hülsen und Stärkemilch geschieden. Letztere kommt auf schiefe Ebenen, wo sich die grösseren Stärkekörner ablagern, während die kleineren neben den in der Flüssigkeit suspendirten Stoffen sich in grösseren Klärbassins absetzen. Die hier gewonnene Masse ist reich an stickstoffhaltigen Nährstoffen, Fetten, mineralischen Stoffen und enthält die Gesammtmenge der feinsten Stärkmehlkörner. Nach dem Abfliessen des Wassers kann dieser Absatz mit den in den Cylindersieben zurückbleibenden Hülsen verfüttert werden, bei sehr sorgfältiger Behandlung könnte man die Substanz auch als menschliches Nahrungsmittel verwenden. Eine Abscheidung der Eiweissstoffe durch alkalische Flüssigkeiten ist hier nicht möglich, da das Bohnenstärkmehl die Eigenschaft hat, schon in Berührung mit sehr verdünnten alkalischen Flüssigkeiten zu quellen; eine Lösung von Natron, welche auf Weizenstärkmehl noch nicht einwirkt, verwandelt das Bohnenstärkmehl schon in Kleister.

Das Bohnenstärkmehl zeichnet sich vor dem Weizenstärkmehl dadurch aus, dass es in höherem Grade kleisterbildend ist als jenes; man erreicht mit 2 Th. Bohnenstärkmehl denselben Effect wie mit 3 Th. Weizenstärkmehl. Mit Bohnenstärkmehl gestärkte Wäsche bleibt geschmeidiger und hat nicht dieselbe Härte wie die mit Weizenstärkmehl behandelte.

5. Gewinnung des Stärkmehls aus Mais.

Die Maiskörner sind reich an Stärkmehl, gewöhnlich reicher als die des Weizens. Von letzterem unterscheiden sie sich dadurch, dass

die einzelnen Zellen dichter und fester sind; zur Abscheidung des Stärkmehls muss daher ein anhaltendes Quellen des Korns oder des Schrotes in Wasser vorgenommen werden. Die Gewinnung ist dann im Wesentlichen dieselbe, wie bei den Bohnen beschrieben. Nach dem Waschen im Cylindersieb kommt die Milch auf schiefe Ebenen und wird durch wiederholtes Absetzen und Sieben der im Wasser vertheilten Masse gereinigt.

6. Gewinnung des Stärkmehls aus Reis.

Die Darstellung der Stärke aus Reis geschieht namentlich in englischen Fabriken, das Product wird dort von Wäscherinnen sehr geschätzt und der Weizenstärke vorgezogen. Von allen Rohmaterialien ist keines so reich an Stärkmehl wie der Reis. Die einzelnen Zellen und in diesen die einzelnen Körner sind aber so fest unter einander verkittet, dass man durch blosses Einweichen und Quetschen die Trennung nicht bewirken kann. Man lässt desshalb nach dem Vorgange von JONES, der diesen Industriezweig begründete, stets alkalische Flüssigkeiten einwirken.

Der Reis wird mit einer Lösung von Aetznatron von $^1/_8$ Proc. Gehalt übergossen und bleibt damit stehen bis er völlig erweicht ist, alsdann wird die Flüssigkeit abgezogen, der erweichte Reis gequetscht und von Neuem mit einer Natronlösung von gleicher Concentration übergossen, und mittelst einer mechanischen Vorrichtung 24 Stunden gerührt. Die fremden Substanzen sind dadurch genügend gequellt, um das Stärkmehl auswaschen zu können. Dies geschieht im Cylindersiebe. In der Milch sind gewöhnlich noch verkittete Körner enthalten, um diese zu entfernen lässt man kurze Zeit absetzen, die schwersten Körner senken sich dabei zu Boden, während die übrigen noch suspendirt sind; die Milch kommt auf schiefe Ebenen, während die gröberen Körner von Neuem mit Natronlösung behandelt werden.

7. Fabrikation der Nudeln, Macaroni, Vermicelli.

Die Nudeln, welche im Handel in den verschiedensten Formen und unter verschiedenen Bezeichnungen vorkommen, werden aus einem sehr kleberreichen Weizenmehl angefertigt, indem man dieses mit verhältnissmässig wenig heissem Wasser anknetet und den steifen Teig in Formen presst. Die besten Nudeln werden in Italien aus dem dortigen harten, glasigen Weizen verfertigt, dieser wird dabei nicht zu feinem Mehl gemahlen, sondern als Gries verarbeitet. Auf 34 Kilo Gries wendet man 10—12 Kilo kochendes Wasser an, knetet damit einen völlig homogenen Teig, presst denselben und erhält so etwa 30 Kilo trockne Nudeln.

Mit grösstem Vortheil lässt sich bei der Fabrikation der Nudeln der Kleber der Weizenstärkefabriken verwenden, indem dieser kleberarmem Mehl zugefügt wird. Man kann damit ein Product erzielen, welches dem besten italienischen Fabrikate an Güte nicht nachsteht. Man verwendet dazu 30 Kilo gewöhnliches Mehl, 10 Kilo frischen Kleber und 5—6 Kilo kochendes Wasser. Die Ausbeute beträgt ebenfalls annähernd 30 Kilo. Die so bereiteten Nudeln sind nahrhafter und erweichen beim Kochen, ohne sich aber aufzulösen.

Um recht weisse Nudeln darzustellen, ersetzen einige Fabrikanten einen Theil des Mehles durch Kartoffelstärkmehl, erhalten damit aber nur ein für das äussere Ansehen schöneres Product, denn dieses ist wegen des mangelnden Klebers weniger nahrhaft und hat ausserdem den Uebelstand, dass es beim Kochen allen Zusammenhang verliert, so dass man Mehlsuppe statt Nudelsuppe erhält. Durch Zusatz einer entsprechenden Menge von Weizenkleber lassen sich aber auch aus Kartoffelmehl gute Nudeln erzeugen.

Durch die Beimischung von Weizenkleber lassen sich nach Martin auch aus Reismehl gute Nudeln darstellen. Es werden dazu 50 Kilo frischer Kleber mit 100 Kilo Mehl und 10 Kilo kochendem Wasser zu Teig verarbeitet.

Bei der nothwendigen Steifheit ist die Teigbildung, das Kneten nicht wohl mit der Hand, auch nicht mit den gewöhnlichen Knetmaschinen auszuführen. Man bedient sich dazu eines besonders geformten Knetholzes, welches an seinem einen Ende an der Wand über einem Tische in einem Ringe befestigt ist. Dieses Knetholz ist an seinem einen Ende messerförmig geschärft, um den Teig zerschneiden, am anderen Ende walzenförmig abgerundet, um damit den Teig drücken zu können. Der Teig wird zuerst, so weit es möglich ist, mit der Hand bereitet und dann unter stetem Wenden und Drehen so lange mit dem Knetholze bearbeitet, bis nirgend mehr Spuren von Mehl zu erkennen sind.

Die Bearbeitung dieses steifen Teiges erfordert einen grossen Aufwand von Kraft und Mühe. Es ist daher weit zweckmässiger, die Arbeit durch eine eigens für diesen Zweck construirte Maschine ausführen zu lassen. Dieselbe ist in Fig. 39 dargestellt und besteht im Wesentlichen aus einer canellirten metallenen Walze A, welche den Teig D in dem Troge B dadurch bearbeitet, dass sie sich einmal um ihre Achse und ausserdem, durch die Welle C getrieben, im Kreise dreht. Zweckmässig verbindet man mit der Welle C noch eine Schaufel oder einen Pflug, welcher der Walze A folgt und den Teig wendet nachdem er von der Walze zusammengedrückt ist. Bei J ist ein Segment der Walze in vorderer Ansicht dargestellt und zeigt die Canellirung derselben.

In der Fabrik von Grenelle werden in jeder Operation 72 Kilo Mehl mit 22 Kilo kochendem Wasser gemischt und mittelst der Maschine in 20—25 Minuten in Teig verwandelt.

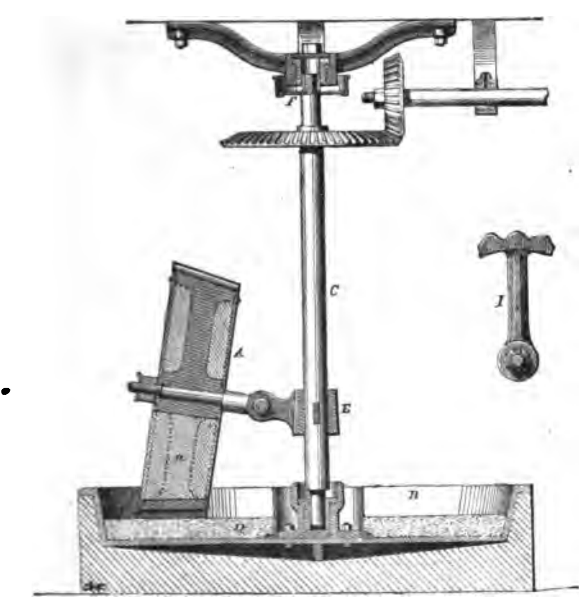


Fig. 39.

Der Teig wird mittelst der in Fig. 40 und 41 dargestellten Pressen geformt, indem man ihn noch möglichst heiss in den bronzenen Cylinder D bringt. Der Teig F wird dabei mit einer Metallscheibe b bedeckt und durch die im Boden befindlichen Löcher von bestimmter Form herausgepresst, indem man den Presskolben C mittelst der hydraulischen Presse A B, der bei a das Wasser durch eine in unserer Zeichnung nicht sichtbare Pumpe zugeführt wird, einwirken lässt. Das Wasser übt seinen ganzen Druck auf die innere Oberfläche A und B aus, drückt in Folge dessen den äusseren Cylinder B abwärts und dieser überträgt den Druck auf den Presskolben C. Beim Füllen des Presscylinders D zieht man mittelst Flaschenzügen nach dem Abstellen der Pumpe den Cylinder B in die Höhe, so wie er in der Zeichnung dargestellt, hebt dann den Kolben C ab und bringt den Teig ein. Um letzteren während des Pressens warm zu erhalten, ist der untere Theil des Cylinders mit einem Mantel d umgeben, in welchem Wasserdampf circulirt. Während des Pressens ist der Ventilator E im Betriebe und bläst auf die aus dem Cylinder hervortretenden Nudeln einen kräftigen Luftstrom, um sie rasch äusserlich etwas abzutrocknen und abzukühlen, wodurch ein Zusammenkleben vermieden wird.

Die fadenförmigen Nudeln, Vermicelli, werden, wenn sie eine Länge von 0,75—1 Meter haben, abgeschnitten, auf Hürden gelegt und in

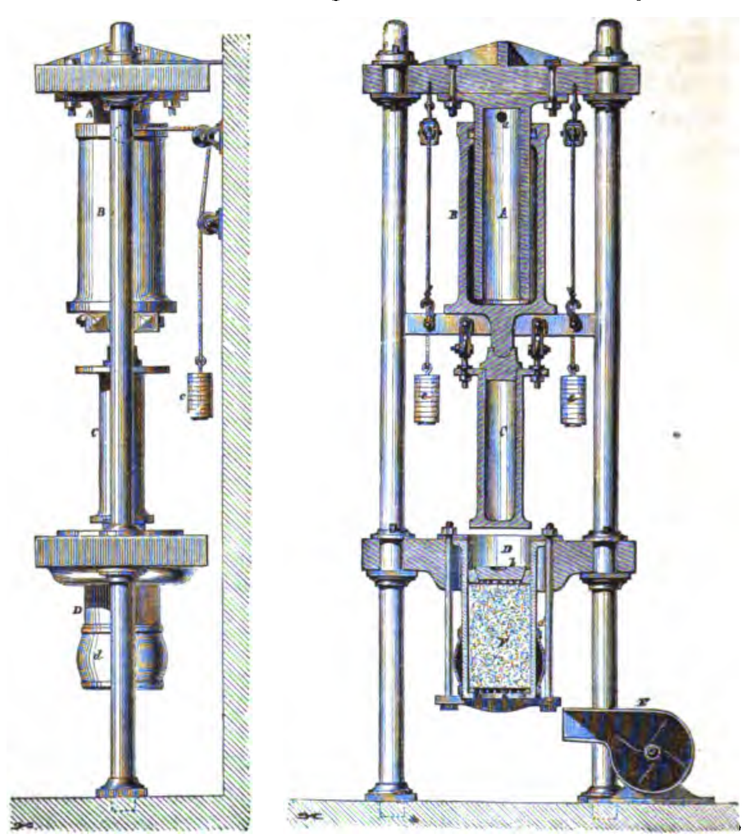


Fig. 40. Fig. 41.

Trockenräume gebracht, wo die grossen Massen von Frauen zunächst in kleinere Partien zerlegt, zusammengewickelt und auf mit Papier bekleideten Hürden in den Trockenofen geschoben werden.

Zur Fabrikation der röhrenförmigen Nudeln, Macaroni, wird die Bodenplatte der Presse durch eine solche ersetzt, welche weite, kreisförmige, aber mit einem Dorn versehene Oeffnungen hat. Der Teig presst sich durch die verbleibende Rinne und nimmt wegen des Dornes röhrenförmige Gestalt an. Die Röhren werden über einen runden Stab gehängt und so getrocknet. Bei der Darstellung der Macaroni ist vor Allem für die beste Beschaffenheit des Teiges zu sorgen, da bei nicht gutem Mehle der Teig nicht Zähigkeit genug besitzen würde, um diese Behandlung zu ertragen, die Macaroni würden durch ihr eignes Gewicht zerreissen oder zusammenfallen.

Zur Darstellung der Façonnudeln, Sterne, Kreuze, Scheiben, Ringe, bedient man sich einer ganz ähnlichen Presse, nur mit dem Unterschiede, dass man sie nicht vertikal stellt, sondern ihr eine horizontale Lage giebt, wie Fig. 42 zeigt. Es ist in dieser Zeichnung A der Presskolben, B der cylindrische Wasserbehälter, dessen äusserer Körper den auf der Walze a gleitenden Kolben treibt und ihn in den mit Teig gefüllten Presscylinder drückt. Der letztere ist bei b mit einem Dampfmantel umgeben. Die Bodenplatte des Presscylinders hat der Façon der Nudeln entsprechende Oeffnungen; bei durchlöcherten Nudeln ist ein entsprechend grosser Dorn darin angebracht. Die Fig. 43 und 44 zeigen die Gestalt der Bodenplatte. Die Dicke der Nudeln wird durch ein rotirendes Messer regulirt, welches den Teig in dem Maasse wie

Fig. 42.

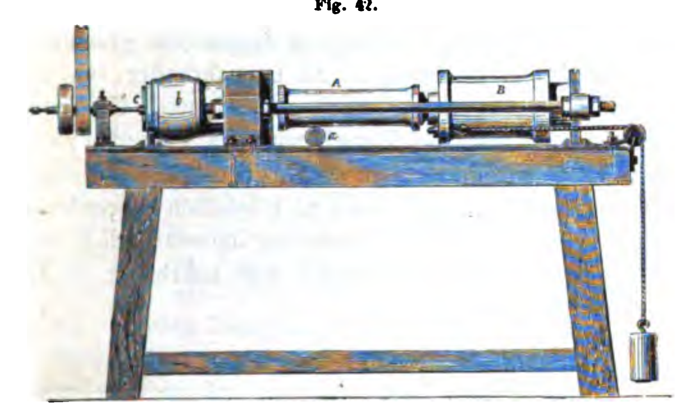


Fig. 43.



Fig. 44.

er aus dem Cylinder hervortritt, abschneidet; je nachdem man diesem Messer c grössere oder geringere Geschwindigkeit ertheilt, werden die Nudeln dicker oder dünner. Dieselben fallen in ein unter der Oeffnung befindliches Kästchen, welchem eine hin- und hergehende Bewegung ertheilt wird, um die Anhäufung der Nudeln auf einer Stelle und damit ein Zusammenkleben derselben zu vermeiden.

Um dem Geschmack mancher Consumenten zu genügen, giebt man den Nudeln manchmal eine gelbliche Farbe, indem man auf einen Teig von 36 Kilo Mehl entweder eine Abkochung von 25 Grm. Curcuma oder von 6—10 Grm. Safran zersetzt.

8. Gekörnter Kleber.

In den Fabriken von Veron frères in Poitiers und von Martin in

Grenelle wird der grösste Theil des Klebers der dortigen Stärkmehlfabrik zu einer nudelartigen Masse verarbeitet, welche unter dem Namen gekörnter Kleber in den Handel kommt. Der frische, zu kleinen Stücken zerrissene Kleber wird mit seinem doppelten Gewicht Mehl zu steifem Teig verarbeitet. Die Körnung des Teiges erfolgt in einem drehbaren Cylinder, dessen innere Oberfläche mit eisernen Spitzen besetzt ist; in diesem Cylinder dreht sich ein ebenfalls mit Spitzen versehenes Rührwerk, aber in entgegengesetzter Richtung wie der Cylinder. Beide machen 50 Umdrehungen pro Minute.

Die mehr oder weniger langen so gewonnenen Körner werden im Ofen getrocknet und darauf durch Siebe von verschiedener Feinheit passirt, wodurch eine entsprechende Anzahl von verschieden groben Körnungen erhalten werden.

Der mit der erforderlichen Sorgfalt dargestellte granulirte Kleber ist den besten Nudeln vorzuziehen. Er ist nahrhafter, da er reicher an Kleber ist als jener, er hat einen angenehmeren Geschmack, zerkocht sich nicht und wird bei kurzem nur etwa 5 Minuten fortzusetzenden Kochen völlig weich. Es eignet sich der gekörnte Kleber vorzüglich zur Verproviantirung auf Reisen in tropischen Gegenden oder auf dem Meere, weil er bei guter Verpackung unveränderlich ist und bei gleichem Volum und gleichem Gewichte weit nahrhafter als Mehl oder Schiffszwieback ist.

Zucker.

1. Vorkommen und Eigenschaften. 2. Statistik der Zuckerproduction.

1. Vorkommen und Eigenschaften.

Unter dem Namen Zucker versteht man eine Gruppe verschiedener Körper, die sich durch einen mehr oder weniger süssen Geschmack charakterisiren. Die Zuckerarten sind im Pflanzenreiche ungemein verbreitet, es giebt wohl keine Pflanze, in der sich nicht diese oder jene Zuckerart nachweisen liess. Die am häufigsten vorkommenden sind: der Traubenzucker, der Fruchtzucker, der Rohrzucker. Wir haben uns hier ausschliesslich mit dem letzteren, dem Rohrzucker zu beschäftigen. Derselbe hat von allen Zuckerarten den süssesten Geschmack, er zeichnet sich durch seine grosse Krystallisationsfähigkeit vor den meisten anderen aus; während der Traubenzucker kaum oder äusserst schwierig, der Fruchtzucker gar nicht krystallisirt erhalten werden kann, bildet der Rohrzucker leicht schöne grosse, rhomboidale Krystalle. Seinen Namen verdankt er seinem Vorkommen im Zuckerrohr, dessen Saft ungemein reich an Zucker ist, ausserdem findet er sich reichlich in der Zuckerhirse, Sorghum, im Mais, in den Zuckerrüben, in den Melonen, den Cocosnüssen, den Früchten der Ananas, den Kastanien, im Safte des Palmbaums, im Zuckerahorn, in den Zwiebeln vieler Liliaceen. Man nahm früher an, dass alle solche Pflanzentheile, deren Säfte sauer reagiren, keinen Rohrzucker enthielten, weil derselbe durch die Einwirkung von Säuren leicht in ein Gemenge von Traubenzucker und Fruchtzucker verwandelt wird. Es ist jedoch durch Untersuchungen von Payen und von Buignet nachgewiesen, dass selbst die sauersten Früchte reichlich Rohrzucker enthalten.

Payen wies denselben in den Citronen und Orangen nach, Buignet fand in verschiedenen Früchten folgenden Gehalt an Zucker:

	Rohrzucker Proc.	Zucker im Ganzen Proc.
Ananas (Montserrat)	11,33	13,30
Erdbeere (Collina d'Ehrardt) . .	6,33	11,31
Aprikose	6,04	8,78
Apfel, graue Reinette, frisch . .	5,28	14,00
„ „ „ conservirt	3,20	15,83
„ englischer	2,19	7,65
„ Calville, conservirt . . .	0,43	6,25
Pflaume, Mirabelle	5,24	8,67
„ Reine-claude	1,23	5,55
Orange	4,22	8,58
Citrone	0,41	1,47
Himbeere	2,01	7,23
Pfirsich	0,92	1,99
Birne, Saint Germain conservirt .	0,36	8,78
„ Madeleine	0,68	7,84.

In anderen Früchten wurde jedoch kein Rohrzucker, sondern nur Traubenzucker gefunden und zwar folgende Mengen: Erdbeere (Princesse Royale) 5,86, Kirsche 10, frische Traube von Fontainebleau 9,42, conservirte Traube 16,5, Traube aus Treibhäusern 18,37, grüne Traube 1,60, weisse Johannisbeere 6,40, blaue Feige 11,55 Proc.

Die grössten Massen des Rohrzuckers werden aus dem Zuckerrohr und den Zuckerrüben dargestellt, geringere Mengen werden in den Vereinigten Staaten Nord-Amerikas aus dem Zuckerahorn, in den südlicher gelegenen Staaten und in China aus der Zuckerhirse, in Indien aus dem Safte der Palme gewonnen.

Die Zusammensetzung des Rohrzuckers lässt sich durch die Formel

$$C^{12} H^{22} O^{11} \text{ oder } C^{12} H^{11} O^{11}$$

ausdrücken. Er gehört daher zur Gruppe der Kohlehydrate und unterscheidet sich von den früher besprochenen Körpern derselben Gruppe: Cellulose, Stärkmehl, Dextrin, dadurch, dass er ein Atom Wasser mehr als jene enthält.

Der Rohrzucker krystallisirt in rhombischen Prismen, beim raschen Erkalten seiner concentrirten Lösungen bleiben die Krystalle klein und lagern sich mehr oder weniger fest aneinander (Hutzucker, Rohzucker), lässt man die Flüssigkeit in der Wärme sehr langsam verdunsten, so können die Krystalle sehr gross werden (Candis).

Sein specifisches Gewicht ist = 1,606.

Im Dunkeln verbreitet der Rohrzucker beim Schlagen oder Stossen

einen hellen, phosphorescirenden Schein. Bei anhaltendem Reiben verändert er sich unter dem Einfluss der Reibungswärme und entwickelt einen eigenthümlichen Geruch.

In Wasser ist er sehr leicht löslich, in der Kälte genügt ein Drittel seines Gewichtes Wasser um ihn zu lösen, bei Siedhitze ist er fast in jedem Verhältniss in Wasser löslich. Der Siedpunkt der Lösung liegt um so höher, je reicher dieselbe an Zucker ist, derselbe steigt also auch beim Verdampfen in dem Maasse als die Flüssigkeit wasserärmer wird; setzt man die Verdampfung fort, so schmilzt der zurückbleibende Zucker bei einer Temperatur, welche nur wenig über dem Siedpunkt der gesättigten Lösung liegt. Erniedrigt man den Siedpunkt der Zuckerlösungen sehr beträchtlich, dadurch, dass man die Verdampfung im luftleeren Raume vornimmt, so kann eine reichliche Krystallisation in der kochenden Flüssigkeit erfolgen (Kochen auf Korn).

Die Ebene des polarisirten Lichtstrahls wird von Rohrzuckerlösungen beträchtlich nach rechts abgelenkt und zwar ist das specifische Drehungsvermögen: $D = 73{,}8^{\circ}$.

In Weingeist ist der Rohrzucker löslich. 100 Th. Alkohol von 83 Proc. lösen 25 Th. Zucker, in kaltem absoluten Alkohol ist er unlöslich, in siedendem absoluten Alkohol lösen sich 1,25 Proc., die sich beim Erkalten aber fast vollständig wieder abscheiden. Eine in der Kälte gesättigte Lösung von Rohrzucker in 90procentigem Weingeist lässt auf Zusatz ihres doppelten Volums an Aether den Zucker allmälig in kleinen Krystallen sich an den Gefässwänden ausscheiden. Man kann dieses Verhalten benutzen, um den Rohrzucker in vielen Pflanzentheilen nachzuweisen: der Saft oder der wässrige Extract derselben wird bei niederer Temperatur zur Trockne verdampft, dann in Alkohol aufgenommen, vom Unlöslichen abfiltrirt und mit Aether versetzt; bei Anwesenheit von Rohrzucker scheidet derselbe sich nach einiger Zeit krystallinisch aus.

Der Rohrzucker verbindet sich mit verschiedenen Basen, Kalk, Baryt, Bleioxyd, Kali, Natron.

Bringt man Zuckerlösungen mit Kalkhydrat zusammen, so löst sich eine grosse Menge des letzteren. Die Verbindungen sind von Peligot und von Soubeiran genauer studirt. Die in der Kälte bereitete Lösung ist eine Verbindung von 1 At. Zucker mit 1 At. Kalk

$$C^{12} H^{22} O^{11} \, . \, CaO,$$

wenn die Concentration der Flüssigkeit eine gewisse Grenze nicht überschreitet, in concentrirten Zuckerlösungen ist dagegen der Kalk in reichlicherer Menge löslich.

Erhitzt man diese Flüssigkeit zum Sieden, so trübt sie sich und

es scheidet sich ein in der Wärme unlöslicher, voluminöser Niederschlag aus, den man durch Filtration von der Flüssigkeit trennen und mit siedendem Wasser auswaschen kann. Diese unlösliche Verbindung besteht aus 1 At. Rohrzucker und 3 At. Kalk

$$C^{12} H^{22} O^{11} . 3CaO$$

sie bildet sich daher, indem 3 At. der ersten Verbindung sich zersetzen, wobei 1 At. der dreibasischen entsteht und 2 At. Zucker frei werden:

$$3(C^{12} H^{22} O^{11} . CaO) = C^{12} H^{22} O^{11} . 3CaO$$
$$+ 2C^{12} H^{22} O^{11}$$

Lässt man den Niederschlag mit der Flüssigkeit, in der er sich gebildet hat, erkalten, so löst er sich wieder auf und es entsteht wieder die erste Verbindung.

Die einbasische Verbindung lässt sich in reinem Zustande darstellen, wenn man eine ziemlich concentrirte Zuckerlösung soweit mit Kalk sättigt, bis schliesslich ein Ueberschuss ungelöst bleibt; filtrirt man hiervon ab, versetzt noch mit etwas Zucker, um allen Zuckerkalk in die einbasische Verbindung überzuführen und giebt Alkohol hinzu, so scheidet sich ein weisser, etwas schmieriger, in Alkohol unlöslicher Niederschlag ab, der nach Beseitigung der Flüssigkeit zu einer amorphen, brüchigen Masse eintrocknet. Der so dargestellte Körper verhält sich genau wie die Lösung des Kalks in Zuckerwasser, er ist in Wasser vollständig löslich, zersetzt sich beim Erhitzen etc.

Versetzt man die einbasische Kalkverbindung mit einem zweiten Atom Zucker und bringt sie mit Kupferoxydhydrat zusammen, so löst sich das letztere. Dieselbe Flüssigkeit in Contakt mit metallischem Kupfer und atmosphärischem Sauerstoff veranlasst die Oxydation und Lösung des Kupfers.

Die Menge des Kalks, welche von Zuckerlösungen aufgenommen wird, ist sehr verschieden je nach der Concentration des Zuckerwassers, derart, dass concentrirte Lösungen auf 1 At. Zucker fast 2 Atom Kalk, verdünnte aber sogar weniger als 1 At. lösen.

Die folgende Tabelle nach Peligot zeigt das Verhältniss zwischen Zucker und Kalk in Lösungen verschiedener Concentration, sowie das specifische Gewicht der betreffenden Lösungen; des Vergleiches halber haben wir das Verhältniss von Zucker und Kalk in den beiden Verbindungen mit 1 resp. 2 Atomen Kalk (von denen die letztere jedoch nicht im reinen Zustande bekannt) hinzugefügt.

In 100 Th. Wasser gelöster Zucker.	Spec. Gew. der Zuckerlösung	Spec. Gew. der mit Kalk gesättigten Zuckerlösung.	100 Th. Zuckerkalk enthalten Kalk	100 Th. Zuckerkalk enthalten Zucker.
$C^{12} H^{22} O^{11} . CaO$			14,1	85,9
$C^{12} H^{22} O^{11} . 2CaO$			24,7	75,3
40,0	1,122	1,179	21,0	79,0
37,5	1,116	1,175	20,8	79,2
35,0	1,110	1,166	20,5	79,5
32,5	1,103	1,159	20,3	79,7
30,0	1,096	1,148	20,1	79,9
27,5	1,089	1,139	19,9	80,1
25,0	1,082	1,128	19,8	80,2
22,5	1,075	1,116	19,3	80,7
20,0	1,068	1,104	18,8	81,2
17,5	1,060	1,092	18,7	81,3
15,0	1,052	1,080	18,5	81,5
12,5	1,044	1,067	18,3	81,7
10,0	1,036	1,053	18,1	81,9
7,5	1,027	1,040	16,9	83,1
5,0	1,018	1,026	15,3	84,7
2,5	1,009	1,014	13,8	86,2

Die Löslichkeit des Kalkes in verdünnten Zuckerlösungen wurde von BERTHELOT studirt. Die folgende Tabelle giebt die Resultate seiner Versuche. In Columne I und II die Menge des in 100 Th. der Lösung enthaltenen Zuckers resp. des gelösten Kalks, in Columne III das Verhältniss zwischen Zucker und Kalk. Da aber in diesen verdünnten Lösungen das Verhältniss dadurch getrübt wird, dass auch reines Wasser eine gewisse Menge von Kalk zu lösen vermag, so ist in Col. IV das Verhältniss von Kalk und Zucker zusammengestellt, nachdem von der gelösten Kalkmenge der Kalk in Abzug gebracht ist, welcher von reinem Wasser gelöst worden war. Es ergiebt sich aus den Zahlen, dass nur in dem ersten Versuch die einbasische Verbindung gebildet worden war, während überall bei geringerem Zuckergehalt nicht auf 1 At. Zucker 1 At. Kalk gelöst werden konnte.

I	II	III		IV	
Zucker.	Kalk.	Kalk.	Zucker.	Kalk.	Zucker.
4,850	1,301	17,5	82,5	15,4	84,6
2,401	0,484	16,8	83,2	12,3	87,7
2,000	0,433	17,8	82,2	12,5	87,5
1,660	0,364	18,0	82,0	11,5	88,5
1,386	0,326	19,0	81,0	11,4	88,6
1,200	0,316	20,8	79,2	12,2	87,8
1,058	0,281	21,0	79,0	11,2	88,8
0,960	0,264	21,6	78,4	10,8	89,2
0,400	0,194	32,7	67,3	10,3	89,7
0,191	0,172	47,4	52,6	11,2	88,8
0,096	0,154	61,6	38,4		

Nicht allein in Bezug auf die Löslichkeit des Kalks, sondern auch beim Erwärmen verhalten sich die Flüssigkeiten verschieden je nach ihrem Wassergehalt. Den coagulirbaren Zuckerkalk erhält man, wenn man 25 Th. Zucker in 50 Th. Wasser löst und 5 Th. trocknes Kalkhydrat in 50 Th. Wasser suspendirt, die beiden Flüssigkeiten zusammengiesst, 6—10 Minuten lang im Mörser reibt, darauf von Neuem 3 Th. Kalkhydrat zusetzt, zusammenreibt und nach einer halben Stunde filtrirt. Die klare Flüssigkeit coagulirt, wenn man sie langsam zum Sieden erhitzt und wird beim Erkalten wieder völlig klar. Erhitzt man aber sehr rasch und erhält man das Sieden sehr lebhaft, so tritt keine Coagulation ein. Verdünnt man die Flüssigkeit mit ihrem 2, 3, 4fachen Volum Wasser, so tritt beim Kochen eine milchige Trübung ein, die Flüssigkeit wird undurchscheinend, oder undurchsichtig, sie coagulirt aber nicht. Eine bei Siedhitze nicht coagulirbare Flüssigkeit erhält man, wenn man weniger Wasser anwendet. Bringt man Kalk und Zucker in den obigen Verhältnissen aber nur mit der Hälfte des Wassers zusammen, so kann die Flüssigkeit beliebig rasch oder langsam erhitzt werden, ohne zu coaguliren. Bei längerer Berührung mit der Luft bildet sich an der Oberfläche eine undurchsichtige Haut, diese besteht aber nicht aus Zuckerkalk, sondern aus, durch die Einwirkung der in der Luft enthaltenen Kohlensäure entstandenem kohlensaurem Kalk.

Der Zuckerkalk wird durch alle Säuren, selbst durch Kohlensäure mit Leichtigkeit zersetzt.

Auf ganz ähnliche Weise wie der Kalk verbinden die übrigen Basen sich mit dem Rohrzucker.

Vermischt man concentrirte Lösungen von Aetzbaryt und Zucker,

so erstarrt die Flüssigkeit zu einem krystallinischen Brei; dieselben Krystalle bilden sich, wenn man verdünntere Lösungen kocht. Ihre Zusammensetzung ist der einbasischen Kalkverbindung analog:

$$C^{12}H^{22}O^{11} . BaO.$$

Wird eine weingeistige Lösung von Rohrzucker mit Kali oder Natron versetzt, so entsteht ein klebriger Niederschlag, der in Alkohol erhärtet und für die Kaliverbindung der Formel

$$C^{12}H^{22}O^{11} . K^2O$$

entspricht.

Die Bleiverbindung erhält man indem man Zuckerkalk mit essigsaurem Blei zersetzt, oder indem man concentrirte Zuckerlösungen mit einer ammoniakalischen Bleizuckerlösung vermischt. Es entsteht dabei ein gelatinöser Niederschlag, der in kochendem Wasser sich löst und nach einiger Zeit nadelförmige Krystalle absetzt. Diese haben eine von den übrigen Verbindungen abweichende Zusammensetzung, es ist darin nicht das Bleioxyd unmittelbar an die Elemente des Zuckers angelagert, sondern es sind von diesem die Elemente von 2 Mol. Wasser ausgetreten. Die Zuckerbleiverbindung ist daher:

$$C^{12}H^{18}Pb^2O^{11} \text{ oder: } C^{12}H^{18}O^9 . 2PbO.$$

Durch sein Verhalten gegen die alkalischen Basen unterscheidet sich der Rohrzucker vom Traubenzucker. Der letztere wird in Berührung mit Alkalien und alkalischen Erden langsam schon bei gewöhnlicher Temperatur, momentan beim Sieden, unter Bildung brauner oder schwarzer Producte zersetzt, während der Rohrzucker unveränderliche Verbindungen eingeht. Es kann daher diese Zersetzung benutzt werden, um Traubenzucker neben Rohrzucker zu erkennen (S. 133).

Ausser mit den Basen verbindet sich der Rohrzucker auch mit gewissen Salzen, vorzugsweise mit dem Chlornatrium, Kochsalz. Die Zusammensetzung des Zucker-Kochsalzes entspricht der Formel:

$$C^{12}H^{22}O^{11} . NaCl$$

oder nach anderen Analysen

$$C^{12}H^{22}O^{11} + C^{12}H^{20}O^{10} . 2NaCl.$$

Das Zucker-Kochsalz ist äusserst leicht löslich, noch leichter als reiner Zucker; verdunstet man Kochsalz-haltige Zuckerlösungen, so krystallisirt zuerst der Zucker, während die Kochsalzverbindung gelöst bleibt. Für die Fabrikation ist daher ein Salzgehalt der Zuckersäfte sehr nachtheilig, insofern ein Theil des Zuckers dadurch der Krystallisation entzogen und in die Melasse geführt wird. Aus der Formel berechnet sich, dass die Verbindung auf 1 Th. Kochsalz annähernd 6 Th. Zucker enthält, woraus sich ergibt, wie grosse Verluste an Zucker man erleiden kann, wenn man auf salzreichem Boden gewachsene Rüben zu

verarbeiten hat. Eine in der Nähe von Neapel begründete Fabrik ging dieses Umstandes wegen zu Grunde, die in der Nähe des Meeres in dem salzdurchtränkten Boden gewachsenen Rüben waren so salzreich, dass kein krystallisirbarer Zucker daraus zu erhalten war.

Chlorkalium und Chlorammonium geben ähnliche Zuckerverbindungen.

Der Rohrzucker schmilzt bei 160°. Beim Erkalten erscheint er amorph, nicht krystallisirt, durchsichtig, nach kurzer Zeit verändert er sein Aussehen, wird zuerst trübe, dann undurchsichtig, sehr brüchig, zeigt auf dem Bruche krystallinische Absonderung und hat vollständig das krystallinische Gefüge des unveränderten Zuckers. Erhält man den Zucker einige Zeit bei 170—180°, so geht nach GÉLIS eine Zersetzung vor, er verwandelt sich in ein Gemenge von gleichen Atomen Traubenzucker und einem der Cellulose und dem Stärkmehl gleich zusammengesetzten Körper, welchen GÉLIS als Saccharid bezeichnet. Man kann sich die Zersetzung auf die Weise vorstellen, als ob von dem Wasser des Kohlehydrates ein Atom verwendet würde um 1 Mol. Rohrzucker in Traubenzucker zu verwandeln, während dies Atom Wasser einem anderen Mol. Rohrzucker entzogen wird:

$$2C^{12}H^{22}O^{11} = C^{12}H^{24}O^{12} + C^{12}H^{20}O^{10}$$

Rohrzucker Traubenzucker Saccharid

Fügt man der wässrigen Lösung des geschmolzenen Zuckers Hefe zu, so erhält man nur halb so viel Alkohol und Kohlensäure, wie unveränderter Zucker geliefert haben würde; die Lösung des geschmolzenen Zuckers reducirt Kupferoxyd in alkalischer Lösung, giebt aber nur halb so viel Kupferoxydul, wie wenn man den Rohrzucker durch Säure in Traubenzucker und Fruchtzucker verwandelt hätte. Dieses beweist, dass der Rohrzucker hierbei zur Hälfte in einen gährungsfähigen und Kupferoxyd reducirenden (Traubenzucker), zur Hälfte in einen nicht gährungsfähigen, Kupferoxyd nicht reducirenden Körper, Saccharid verwandelt ist.

Bei längerem Erhitzen auf 180—200° färbt sich der Rohrzucker zuerst gelb, hellbraun, bis tief braun und liefert unter Abgabe von Wasser und brenzlichen Producten ein Gemenge von verschiedenen Körpern, die unter dem Namen Caramel zusammengefasst werden. Es lassen sich nach GÉLIS drei verschiedene Stoffe darin unterscheiden, die je nach der Temperatur und der Dauer der Erhitzung in grösserer oder geringerer Menge gebildet werden. Zuerst scheint eine als Caramelan bezeichnete Verbindung $C^{12}H^{18}O^{9}$ zu entstehen und diese geht dann unter weiterer Wasserabgabe in Caramelen und Caramelin über. Alle drei sind fähig, sich mit Basen zu verbinden. Der Caramel ist in

Wasser und Weingeist löslich und wird unter dem Namen Couleur zur Färbung von Spirituosen und in der Kochkunst gebraucht.

Bei stärkerem Erhitzen bläht der Zucker sich beträchtlich auf, entwickelt viel brenzliche Producte und hinterlässt schliesslich eine voluminöse, schwer verbrennliche Kohle.

Die wässrigen Lösungen des Rohrzuckers verändern sich bei längerem Kochen, ein Theil des Zuckers verliert die Krystallisationsfähigkeit.

Der Rohrzucker ist nicht gährungsfähig. In Berührung mit Hefe geht aber eine Umwandlung mit ihm vor, er verwandelt sich unter Aufnahme der Elemente von Wasser in ein Gemenge gleicher Atome Traubenzucker und Fruchtzucker, die dann beide der Gährung unterliegen. Die Zersetzung lässt sich durch folgende Gleichung ausdrücken:

$$\underbrace{2C^{12}H^{22}O^{11}}_{\text{Rohrzucker}} + 2H^2O = \underbrace{C^{12}H^{24}O^{12}}_{\text{Traubenzucker}} + \underbrace{C^{12}H^{24}O^{12}}_{\text{Fruchtzucker}}.$$

Dieselbe Zersetzung erleidet der Zucker, wenn man seine Lösung mit einer Spur einer freien Säure kurze Zeit erhitzt. Das Gemenge der beiden Zuckerarten lenkt die Ebene des polarisirten Lichtstrahles nach links ab und zwar in demselben Maasse wie eine Mischung gleicher Theile Traubenzucker und Fruchtzucker. Nach diesem Verhalten bezeichnet man den durch Einwirkung von Säuren umgewandelten Zucker als Invertzucker. Da eine Bildung von Invertzucker die Ausbeute an krystallisirbarem Zucker verringert, so verhindert man die Bildung desselben in der Fabrikation des Rohrzuckers dadurch, dass man die Säfte während der ganzen Operation durch einen geringen Gehalt an Zuckerkalk stets alkalisch erhält.

Concentrirte Säuren wirken zerstörend auf den Zucker ein, beim Erwärmen mit Salzsäure oder Schwefelsäure entstehen sogenannte Humuskörper, die bei fortgesetzter Zersetzung immer kohlereicher werden. Concentrirte Salpetersäure verwandelt den Zucker in eine der Schiessbaumwolle analoge explodirbare Materie. Bei kurzem Erwärmen mit Salpetersäure von 36° B. entsteht zuerst eine zerfliessliche Säure, die Zuckersäure, bei längerem Kochen Oxalsäure.

2. Statistik der Zuckerproduction.

Die jährliche Production an Zucker vertheilt sich folgendermaassen auf die einzelnen Länder:

Bengalen, China und Siam . .	120	Millionen Kilo.
Englische Colonien	420	„ „
Spanische Colonien	325	„ „
Holländische Colonien	85	„ „
Schwedische u. dänische Colonien	10	„ „
Französische Colonien	110	„ „
Frankreich	250	„ „
Belgien	28	„ „
Brasilien	175	„ „
Vereinigte Staaten Nordamerika's	250	„ „
Zollverein	188	„ „
Oesterreich	75	„ „
Russland	30	„ „
Polen	16	„ „
Verschiedene andere Länder . .	468	„ „
Im Ganzen	2550	

In den englischen Colonien hatte sich nach der Befreiung der Sklaven während der Jahre 1837—1846 die jährliche Production von 209 auf 154 Mill. verringert. Den neuen Verbesserungen der Fabrikation verdanken diese Colonien aber einen wesentlichen Aufschwung, wodurch ihre Production höher geworden ist, als sie zur Zeit der Sklaverei war. Barbadoes, Guyana, Trinidad, Mauricius und Jamaica lieferten 1864 422 Millionen Kilogr. Zucker.

Auch die Production der französischen Colonien hat durch die verbesserten Apparate sich bedeutend gehoben. Die Insel Réunion producirte durchschnittlich jährlich

1820—29	6,901026	Kilogramm.
1830—49	22,666900	„
1851—53	31,647961	„
1857 . .	55,464871	„

Die Rübenzuckerfabrikation in Frankreich ist während der Jahre 1828—36 ziemlich gleichmässig von 2,665000 auf 49,000000 gestiegen; in den Jahren 1837—47 schwankte sie zwischen 31 und 53 Millionen; von 1848—54 betrug sie zwischen 62 und 77 Millionen, mit Ausnahme des Jahres 1849, wo durch eine totale Fehlernte die Production nur 38,6 Millionen betrug und also einen Ausfall von circa 30 Millionen Kilogramm Zucker erlitt. In der Campagne 1854/55 trat abermals eine beträchtliche Störung ein, wodurch die Ausbeute auf 44,744000 Kilo sank. Während der folgenden Jahre betrug sie:

1856	92	Millionen Kilogramm.
1857	82	„ „

1858	151,533500 Kilogramm.
1865/66	274,000000	„

In den obigen Angaben über die Production der Vereinigten Staaten Nordamerika's sind 11 Millionen inbegriffen, welche von den neuen Plantagen in Texas geliefert sind. Louisiana allein producirt, trotzdem dass das Klima dort die Ernten häufig gefährdet, in 1400 Zuckersiedereien durchschnittlich jährlich 140 Millionen Kilo Rohzucker und ausserdem 80 Millionen Kilo Syrup.

Die Entwicklung der Zuckerindustrie im Zollverein lässt sich am deutlichsten übersehen, wenn man das jährlich verarbeitete Quantum von Zuckerrüben, für welches die genauesten amtlichen Erhebungen vorliegen, in Vergleich zieht. Die wachsende Zahl der Fabriken und noch mehr das durchschnittlich von jeder verarbeitete Rübenquantum zeigt deutlich, welchen Aufschwung diese verhältnissmässig junge Industrie genommen hat und zu welcher Bedeutung sie für den Staat gekommen ist.

	Zahl der Fabriken	Verarbeitete Rüben Centner	Durchschnittlich pro Fabrik verarbeitete Rüben Centner
1840/41	145	4,829734	33,000
1845/46	96	4,455092	46,000
1846/47	107	5,633848	53,000
1847/48	127	7,676772	60,000
1848/49	145	9,896718	68,000
1849/50	148	11,525671	78,000
1850/51	185	14,788794	80,000
1851/52	235	18,381411	78,000
1852/53	238	21,717096	91,000
1856/57	233	27,551208	118,000
1858/59	257	36,668557	143,000
1864/65	270	41,641221	154,000
1865/66	295	43,452772	147,000
1866/67	296	50,712709	171,000
1867/68	294	40,593391	138,000.

Die Gesammtproduction der Erde ist während der letzten Jahre noch gestiegen, so dass man dieselbe wohl zu 2650 Millionen Kilogrm. taxiren kann. Die Ausbeute aus den verschiedenen Rohmaterialien lässt sich annähernd etwa folgendermaassen schätzen:

Zuckerrohr . . .	1,950,000000	Kilogr.
Zuckerrüben . . .	580,000000	„
Palmsaft	100,000000	„
Ahorn	20,250000	„

Der Zuckerconsum in den einzelnen europäischen Ländern beträgt pro Kopf ihrer Einwohnerzahl folgende Werthe in Kilogrm.

	Zahl der Einwohner Millionen	Zuckerconsum Millionen Kilogrm.	Consum pro Kopf Kilogrm.
Grossbritannien	29,340	450	15,34
Frankreich	37,382	289	7,73
Zollverein	36,000	200	5,55
Belgien	4,500	25	5,55
Schweiz	2,500	10	4
Portugal	3,500	10,5	3
Dänemark	2,400	7,2	3
Polen	4,500	13,5	3
Spanien	17,000	50	2,94
Oesterreich	36,500	70	1,9
Italien	21,777	32,665	1,6
Schweden u. Norwegen . .	4,000	6	1,5
Russland	58,600	58	0,99
Europa	257,999	1222,865	4,73

Der Consum hat sich in den einzelnen Ländern während der letzten Decennien ausserordentlich gesteigert und wächst noch von Jahr zu Jahr und zwar in höherem Maassstabe, als der Zunahme der Bevölkerung entspricht. In Grossbritannien betrug der Consum bis

1845 . . . 245 Millionen Kilo
1858 . . . 431 „ „
1867 . . . 590 „ „

In Frankreich betrug der Consum vor etwa 20 Jahren circa 120 Millionen Kilogramm, 1856 stieg er auf 170 Millionen, 1858 auf 202,230111 Kilogrm., wovon 118,820623 K. inländischer und 83,399500 K. Colonialzucker, ausserdem sind 73,000000 Kilo raffinirte Zucker exportirt. 1864 betrug die Production, der Import und Export 457,644000 Kilo Zucker.

Diese Zahlen und die der vorstehenden Tabelle zeigen, dass der Consum des Zuckers noch einer beträchtlichen Steigerung fähig ist. Während in England im Durchschnitt der Bevölkerung pro Kopf in den letzten Jahren etwa 20 Kilo, in Paris 11,29 Kilo consumirt werden, beträgt der Verbrauch in anderen Ländern nur 2 Kilo und im Durchschnitt von ganz Europa 4,73 Kilogramm.

Zuckerfabrikation.

I. Rübenzucker.

1. Cultur der Zuckerrübe. 2. Anatomischer Bau der Zuckerrübe. 3. Chemische Zusammensetzung der Zuckerrübe 4. Die Operationen der Zuckerfabrik. 5. Reinigung der Rüben. 6. Zerkleinerung. 7. Gewinnung des Saftes durch Pressen. 8. Scheidung des Saftes. 9. Saturation. 10. Gewinnung der Kohlensäure. 11. Filtration des Saftes. 12. Wiederbelebung der Knochenkohle. 13. Verdampfung des Saftes. 14. Verkochung des Dicksaftes. 15. Krystallisation und Verarbeitung der Nachproducte. 16. Saftgewinnung durch Centrifugen. 17. Saftgewinnung durch Maceration. 18. Saftgewinnung durch Diffusion. 19. Gewinnung des Saftes aus getrockneten Rüben. 20. Fabrikation mit getrennter Saftgewinnung. 21. Scheidungsverfahren nach ROUSSEAU. 22. Scheidung nach PERRIER, POSSOZ, JELINECK. 23. Verarbeitung des Schlammes. 24. Verarbeitung der Melasse. 25. Nebenproducte der Rüben-Zuckerfabrikation. 26. Die Abflusswässer.

1. Cultur der Zuckerrübe.

Obgleich die Rübenzuckerfabrikation erst seit wenigen Decennien eingeführt ist, so hat sie doch in diesem kurzen Zeitraum weit grössere Fortschritte in ihrer Ausbildung gemacht, als die ältere Methode, welche auf den Plantagen das Zuckerrohr verarbeitet.

Die Zuckerfabrikation gehört gegenwärtig zu den wichtigsten landwirthschaftlichen Gewerben, sie kann rationeller Weise auch nur in Verbindung mit der Landwirthschaft betrieben werden, sie wird nur dann lucriren, wenn der Producent des Rohmaterials gleichzeitig bei den Erfolgen der Fabrik betheiligt ist. Da wo dieses nicht der Fall ist, sehen wir die Fabriken entweder zu Grunde gehen, oder in hohem Maasse leiden, weil der Producent des Rohmaterials hier nur sein Interesse wahren und bestrebt sein wird, auf seinem Acker möglichst viel Rüben zu ernten, unbekümmert darum, wie die Qualität derselben sei, während der Landwirth, welcher zu gleicher Zeit Fabrikant ist, sein ganzes Bestreben darauf richten wird, in seinen Rüben möglichst viel Zucker zu ernten, um der Fabrik ein vorzügliches Rohmaterial zur Verfügung zu stellen.

Auf richtige Weise betrieben, ist der Zuckerrübenbau für den

übrigen Betrieb der Landwirthschaft von grösstem Vortheil. Die der Rübe erforderliche tiefe Cultur und fleissige Bearbeitung verbessert den Boden in hohem Maasse, insofern die Ackerkrume dadurch beträchtlich vertieft und der Verwitterungs- und Aufschliessungs-Prozess der mineralischen Bestandtheile dadurch sehr beschleunigt wird. Da die Rübe mit ihrer 1—2 Meter langen Pfahlwurzel in grosse Tiefen des Bodens dringt, so lockert sie dadurch den Untergrund und schöpft den grössten Theil ihrer Nahrung aus Tiefen des Bodens, in welche die meisten anderen Pflanzen nicht gelangen. Die hier aufgenommenen Nährstoffe wandern zum Theil in die Blätter und verbleiben mit diesen nach der Ernte auf dem Acker. Bei landwirthschaftlichem Betriebe der Fabrikation können alle Bestandtheile der Rübe, mit Ausnahme des aus der Atmosphäre aufgenommenen Kohlenstoffs wieder in den Boden zurückgebracht werden, indem die Abfälle der Fabrik, die Köpfe der Rüben, die Presslinge, die ausgelaugten Rückstände, die Melassen von den Thieren verzehrt und in Dünger verwandelt werden, während die weiteren Abfälle, die Schlamme, die abgenutzte Knochenkohle unmittelbar, oder nach weiterer Zubereitung dem Acker wieder einverleibt werden. Bei einem solchen Betriebe, wo also nur organische, fast stickstoff- und aschenfreie Substanz in Form von Rohzucker ausgeführt wird, kann die Fabrikation niemals erschöpfend auf den Acker, sondern nur verbessernd wirken.

Wenngleich im Allgemeinen der landwirthschaftliche Betrieb wohl nicht so regulirt wird wie oben beschrieben, da die wenigsten Zuckerfabriken ihre Melassen verfüttern, sondern sie und mit ihnen eine grosse Masse der dem Acker entstammenden Salze, vorzugsweise Kali, verkaufen, so haben wir doch gegenwärtig in den käuflichen Düngstoffen Material genug, um den Ausfall, welchen das Bodencapital durch den Verkauf der Melassen erleidet, reichlich zu decken.

Die Rübencultur gehört dagegen zu den erschöpfendsten, wenn sie rein empirisch betrieben und nicht durch Ersatz der Nährstoffe dem Boden die entzogenen Stoffe wiedergegeben werden. Die Folgen eines derartigen Betriebes machen sich dadurch geltend, dass zunächst die Qualität sich verschlechtert, dass zuckerärmere Rüben producirt werden, dann durch Zurückgehen der Erträge und endlich durch eine mangelhafte Entwicklung der Pflanzen, welche sie Krankheiten anheimfallen lässt, die sich namentlich dadurch äussern, dass die scheinbar gesund geernteten Rüben nach kurzer Zeit in den Mieten Zersetzungserscheinungen zeigen und schliesslich in vollständige Fäulniss übergehen.

Allem diesem kann entgegengewirkt werden dadurch, dass man die Bestandtheile, deren die Pflanze bedarf, dem Boden zurückgiebt und

man kann dann die Rübe ohne Zweifel als eine der für den landwirthschaftlichen Betrieb nützlichsten Pflanzen bezeichnen. Trotzdem sollte man auf demselben Felde im Allgemeinen die Rüben nicht allzuhäufig bringen, weil man einen anderen Nachtheil dadurch hat und dieser besteht in einem Ueberhandnehmen verschiedener Parasiten. Verschiedene thierische wie pflanzliche Parasiten suchen mit grosser Vorliebe, die Rübenfelder auf, vermehren sich auf eine schreckenerregende Weise und lagern ihre Brut in dem Boden ab. Diese nährt sich theils von den Rüben selbst, theils zerstört sie die Nachfrüchte. Zu den Feinden der Rüben gehört vor Allem der Maikäfer, dessen Larven bei ihrem mehrjährigen Aufenthalt im Boden eine so grosse Masse von jungen Pflanzen zerstören, dass der durch sie verursachte Verlust in den Rüben bauenden Gegenden sich jährlich auf Kapitalien, die nach Millionen rechnen, geschätzt werden kann. Um sich vor diesen Feinden zu schützen, sollte man vor Allem sich mit ihren Feinden verbinden, den den Maikäfern nachstellenden Vögeln Schutz angedeihen lassen und ihre Vermehrung durch Gewährung geeigneter Brutstellen befördern. Sodann ist aber auch durch directe Vertilgung dieser Insecten vieles zu erreichen. Beim Pflügen findet man die Engerlinge in grosser Anzahl in den Pflugfurchen, man lasse sie hier von Kindern sammeln und vertilgen; während der eigentlichen Flugjahre der Maikäfer suche man so viele davon zu tödten wie möglich. Was dadurch erreicht werden kann, zeigt ein Vertilgungskampf, der im Jahre 1868 auf Veranlassung des Dr. Stadelmann in der Provinz Sachsen ausgeführt wurde. Nach den officiell eingegangenen Nachrichten wurden in diesem Jahre 1,385470 Kilogrm. oder ca. 700,000000 Stück Maikäfer vernichtet; diese Zahl ist aber noch viel zu gering gerechnet, da durchaus nicht alle Angaben bekannt geworden sind.

Von anderen Insecten hat sich in letzterer Zeit die Maulwurfsgrille (Gryllotalpa vulgaris Latr.) den Rüben besonders verderblich gezeigt, indem sie die über ihren Nistplätzen stehenden Rüben an der Wurzel abfrisst und sie so zum Absterben bringt. Ferner die Rüben-Anguillulen, fälschlich als Rübentrichinen bezeichnet. Von pflanzlichen Parasiten ist zu erwähnen der Rübentödter, Rhizoctonia violacea Tul., ein Pilz, der an der Oberfläche der Wurzeln sich durch röthlich-braune Flecke zu erkennen giebt, in das Innere eindringt und Fäulniss und Zerstörung der Rübe herbeiführt. Ferner der Rübenrost, Uromyces Betae Tul., der die Blätter befällt u. v. a.

Zum Anbau der Rübe wählt man am besten einen milden, tiefgründigen, nicht zu kalkarmen Lehmboden, in trockner Lage, oder sonst gut drainirt. Derselbe wird, sobald die Vorfrucht das Feld geräumt

hat, umbrochen zur Zerstörung der Unkräuter und nach einiger Zeit möglichst tief gepflügt, um während des Winters in rauher Furche liegen zu bleiben. Die kräftige Bearbeitung des Bodens ist für den Erfolg der Zuckerrübencultur ganz wesentlich, man bedient sich daher gegenwärtig mit Vortheil in manchen Zucker producirenden Gegenden des Dampfpfluges, da kein anderes Ackerwerkzeug im Stande ist, eine so gleichmässige und gute Bearbeitung zu liefern. Während des Frühjahrs vermeidet man es den Boden viel zu berühren, da dieses nachtheilig auf den Wuchs der Rübe einwirkt, und beschränkt die Frühjahrsbehandlung auf die Ebnung und eine leichte Lockerung der Ackerkrume auf schweren Boden, oder auf eine weitere Befestigung derselben durch Walzen auf leichten Boden.

Eine frische Stallmistdüngung giebt man den Rüben niemals, sondern wendet diese bei der Vorfrucht an, Jauchendüngungen zeigen sich oft vortheilhaft, doch sollen diese nur im Herbst angewandt werden. Den ausgedehntesten Gebrauch macht man bei der Rübencultur von den käuflichen Düngstoffen, Guano, Superphosphat, Kalisalzen. Die Anwendung der letzteren sollte man, wenn man nicht mit ganz besonders Kali-reichen Bodenarten zu thun hat, nie unterlassen, da die Rübe von allen mineralischen Nährstoffen gerade des Kali's am bedürftigsten ist und da dieses, wie oben erwähnt, bei dem gewöhnlichen Verfahren in grösster Menge in den Melassen ausgeführt wird. Die Kalisalze, welche gegenwärtig von den Stassfurter Fabriken in so grossen Massen in den Handel kommen, sollte man stets schon im Herbst in den Boden bringen und sie mit der Bearbeitung sorgfältig im Acker vertheilen. Man erreicht dadurch, dass die fremden Salze, welche diesen Fabrikproducten beigemischt sind, durch die Feuchtigkeit gelöst und zum Theil ausgewaschen werden, während das Kali, in Berührung mit dem Boden absorbirt und in unlösliche Form gebracht, zurückgehalten wird. Guano und Superphosphat streut man erst unmittelbar vor dem Legen der Kerne aus und vermischt sie durch Eggen mit der Ackerkrume. Den Guano und das Superphosphat verwendet man am zweckmässigsten in Gemischen von 1 Thl. des ersteren auf 2—3 Th. des letzteren. Eine blosse Düngung mit Guano, namentlich wenn man grosse Mengen desselben anwendet, ist nicht zu empfehlen, da es sich schon oft gezeigt hat, dass die Vegetation der Rübe dadurch so sehr beschleunigt wird, dass sie ihren, unter normalen Verhältnissen zweijährigen Entwicklungscyclus schon im ersten Jahre durchläuft und, statt zuckerreiche Knollen zu produciren, in den Samen schiesst. Dieses ist bei mässiger Guanodüngung und bei Zusatz von Superphosphat nicht zu erwarten.

Mit dem Legen der Kerne geht man möglichst zeitig vor, um der Pflanze eine lange Vegetationszeit zu gewähren und doch den Fabrikbetrieb zeitig im Herbste beginnen zu können. Die ersten Wochen des April sind in den letzten Jahren häufig der Termin für diese Operation gewesen, doch muss man sich dabei selbstverständlich nach dem Verlauf des Winters und nach der Witterung im Frühjahr richten, der Acker darf nicht mehr nass und muss von der Sonne durchwärmt sein, um ein rasches Aufgehen der jungen Pflanzen zu gestatten. Am günstigsten für die erste Entwicklung ist warmes Wetter und mässige Feuchtigkeit. Das Legen der Kerne geschieht auf verschiedene Weise, entweder mit der Hand, oder mit Maschinen. Bei ersterem Verfahren wird mittelst eines Marqueurs zunächst der beabsichtigte Abstand der einzelnen Pflanzen auf dem Felde bezeichnet, indem man längs und quer über den Acker Linien zieht, in deren Kreuzungspunkte dann die Samen gebracht werden. Die Entfernung, in welcher die einzelnen Pflanzen stehen, ist durchaus nicht gleichgiltig, indem bei grosser Pflanzweite die einzelnen Rübenexemplare sich übermässig entwickeln, ein grosses Volumen erreichen, eine hohe Ernte liefern, aber wenig Zucker produciren.

Unter sonst gleichen Verhältnissen werden die Rüben um so zuckerreicher, je näher sie stehen und je kleiner sie bleiben. Da hiermit aber ein beträchtlicher Ausfall in der Ernte verbunden ist, so sucht man einen Mittelweg zu gehen, bei welchem man genügende Ernteerträge und reichliche Zuckerproduction zu erwarten hat. Die äussersten Entfernungen der einzelnen Pflanzen sind 40 C.M. im Quadrat, sehr häufig verringert man diese Entfernungen noch und giebt den einzelnen Reihen einen Abstand von 40 C.M., während die Rüben in den Reihen auf 30 C.M. Abstand gestellt werden. Man erzielt dadurch Rüben von mittlerer Grösse, durchschnittlich etwa im Gewicht von 600—800 Grm.

Beim Legen mit der Hand macht man, nachdem die Linien vorgezogen sind, an den Kreuzungspunkten eine kleine Vertiefung, in welche eine Anzahl der Kerne gebracht und dann mit Erde bedeckt wird. Nur da wo man über viele Arbeitskräfte disponirt, hat man die Handarbeit beibehalten, an den bei weitem meisten Orten wird die Operation durch Maschinen ausgeführt und zwar entweder durch die Drill- oder Dibbelmaschine. Die erstere lässt, in dem Maasse wie sie über den Acker gefahren wird, den Samen continuirlich in geraden Linien fallen, so dass also nach dem Auflaufen der Kerne eine fortlaufende Reihe von Pflanzen erscheint. Die Dibbelmaschine lässt dagegen den Samen periodisch fallen, derartig, dass eine Anzahl von Kernen gleichzeitig, aber in bestimmten Entfernungen gelegt wird, wodurch die Maschine

ein ähnliches Resultat wie die Handarbeit liefert. Die Dibbelmaschinen sind in den letzten Jahren sehr vervollkommnet worden und werden jetzt meist den Drills vorgezogen.

Ganz kurze Zeit nach dem Aufgehen der Pflanzen schreitet man zum ersten Hacken, um den Acker gleich von keimenden Unkräutern zu befreien und seine Oberfläche zu lockern. Bei günstiger Witterung werden auch bald die jungen Pflanzen so weit hervorgewachsen sein, dass man die überzähligen beseitigen kann. Es ist das eine Arbeit, die mit grosser Sorgfalt und Sachkenntniss ausgeführt werden muss. Es handelt sich dabei darum, von den haufenweis stehenden Pflanzen alle bis auf eine zu entfernen, ohne diese dabei aber zu beschädigen; vorzüglich hat man sein Augenmerk dabei darauf zu richten, dass man sämmtliche schwächlich entwickelte Pflänzchen beseitigt und die stärksten stehen lässt. Bei gedrillten Rüben vereinzelt man gewöhnlich auf die Weise, dass man mit einer Hackmaschine, deren Schneiden so gestellt sind, dass sie in der dem beabsichtigten Stande der Rüben entsprechenden Entfernung einen Abstand zwischen sich frei lassen, quer über die Reihen führt. Es werden dadurch alle im Bereiche der Schneiden befindlichen Rüben zerstört, während nur einzelne stehen bleiben, bei denen dann nur noch wenig Nachhilfe mit der Hand erforderlich ist.

Das Verziehen kann nicht so sorgfältig ausgeführt werden, dass dadurch nicht eine geringe Störung im Wachsthum des Pflänzchens herbeigeführt würde. Dieses ist jedoch, wenn nicht schlecht gearbeitet ist, ein kurz vorübergehendes, bald tritt dafür eine um so kräftigere Entwicklung ein. Von manchen Seiten ist empfohlen worden, beim Verziehen die Fehlstellen, welche sich immer zeigen und durch mangelhaftes Aufgehen der Saat oder durch Zerstörung durch Insecten entstanden sind, mit jungen Pflanzen zu besetzen. Dies Verfahren ist jedoch wenig vortheilhaft, weil die Zuckerrübe ein Verpflanzen nicht gut erträgt und sich nie so kräftig entwickelt, wie wenn sie direct aus dem Samen gewachsen ist.

Sobald die Pflanzen sich nach dem Verziehen wieder gekräftigt haben, hackt man zum zweiten Male und wiederholt dieses etwa alle vierzehn Tage so lange wie es noch möglich ist, d. h. bis die immer grösser werdenden Blätter den Boden so weit bedecken, dass derselbe nicht mehr mit dem Instrument zu berühren ist, ohne die Blätter zu schädigen. In der Regel hackt man mindestens viermal, je nach der Beschaffenheit des Bodens und je nach der zur Verfügung stehenden Arbeitskraft, aber auch fünf- und sechsmal. Auf einem gut behandelten Rübenacker darf ausser der Zuckerrübe keine andere Pflanze zu finden sein.

Anfangs bis Ende September, je nach der Zeit der Aussaat und je nach der Witterung während der Vegetationszeit pflegt die Reife einzutreten. Die Rübe vergrössert ihr Volum nicht mehr, die Blätter beginnen, mit den äusseren Blattkreisen anfangend, abzuwelken. In diesem Stadium ist es besonders nachtheilig, wenn warme Regen fallen und nach solchen Regen noch warme Witterung folgt. Die Rübe beginnt dann ein neues Wachsthum, statt der bereits abgewelkten Blätter treiben frische aus der Mitte hervor, die in der Knolle gesammelten Saftbestandtheile werden zur Ausbildung dieser Blätter verwendet und man erhält eine an Zucker arme, meist wenig haltbare Rübe. Am besten ist es, wenn das Abwelken der Blätter durch verhältnissmässig trockne und kühle Witterung begünstigt wird.

Bei der Ernte werden die einzelnen Rüben meist mit dem Spaten aus der Erde gehoben; es sind zwar Versuche gemacht, Maschinen zu diesem Zwecke zu construiren, doch haben dieselben sich bislang nicht sonderlich bewährt. Die Blätter werden dann beseitigt und die Rüben bis zum Verbrauch in der Fabrik in Gruben eingemietet. Die Beseitigung der Blätter geschieht meist auf die Weise, dass man das obere Kopfende der Rübe mit den daran befindlichen Blättern abschneidet; an manchen Orten lässt man aber die Knollen intact und entfernt die Blätter durch Abdrehen, indem man die Blattkrone an ihrer Basis fest mit der Hand umfasst und dann die noch daran befindliche Rübe scharf dreht, wodurch die Blätter abgerissen werden. Diese letztere Methode verursacht allerdings mehr Arbeit, sie bietet aber den Vortheil, dass die inneren Theile der Rübe weniger dem Zutritt der Luft exponirt werden und so haltbarer bleiben. Ein Abblatten der Rübe vor der Ernte ist unter allen Umständen unbedingt zu verwerfen.

Nach der Ernte sollten die Rüben sofort wieder in die Erde kommen. Die zur Aufbewahrung der Rüben dienenden Mieten werden gewöhnlich auf dem Acker selbst, möglichst in der Nähe des Weges, um die spätere Abfuhr zu erleichtern, angelegt. In Bezug auf die Errichtung der Mieten gilt dasselbe was oben S. 93 über die Kartoffelmieten gesagt ist. Ueber die Details sind sich die Ansichten der Fabrikanten nicht ganz gleich, die Einen wollen grosse Mieten, Andere geben kleineren den Vorzug, die Einen geben gleich eine starke Bedeckung, während Andere bis zum Eintritt der kalten Jahreszeit damit warten. Wesentlich ist immer: Trockenheit und Schutz gegen Temperaturwechsel. Eine starke Erddecke sollte die Rüben im Winter vor dem Froste schützen und im Frühjahr ein rasches Eindringen der Wärme unmöglich machen. Der Frost im Winter ist kaum mehr nachtheilig, als die Wärme im Frühjahr, da die Rüben dann in den Mieten zu wachsen

beginnen und einen grossen Theil ihres Zuckers verlieren. Diese Verluste an Zucker gehen ohnehin während der ganzen Zeit der Aufbewahrung vor sich, die beste Rübe hat im Februar beträchtlich weniger Zucker als im October, und im März und April steigen diese Verluste progressiv. Man kürzt daher durch möglichst intensiven Betrieb die Zeit der Campagne so weit wie irgendwie möglich ab.

Neben der Beschaffenheit des Bodens, der Bearbeitung und Düngung desselben, der Pflege der Pflanzen und der Witterung während des Wachsthums ist die Auswahl des Saatguts von allergrösstem Einfluss auf die Qualität der Ernte, ja man kann unbedenklich sagen, dass der Samen der wichtigste Factor von allen sei. Es giebt eine Reihe von Varietäten der Zuckerrübe, die sämmtlich aus der zuerst in Schlesien cultivirten, weissen schlesischen Zuckerrübe hervorgegangen sind. Besitzt man eine gute Rübe, so thut man wohl daran, den Samen selbst zu bauen, mit der Vorsicht, dass die Samenfelder möglichst entfernt von solchen Feldern gelegen sind, auf denen andere Samenrüben gezogen werden, weil sonst leicht Bastardirung eintritt. Im anderen Falle verschaffe man sich den Samen von bewährten Züchtern. Der rationellen Cultur der Samenrüben verdanken die deutschen Fabrikanten vor Allem den hohen Stand, welchen die deutsche Zuckerindustrie einnimmt. sie sind in dieser Beziehung den französischen Concurrenten weit überlegen. Man kann im Durchschnitt annehmen, dass in deutschen Fabriken 9 Procent krystallisirter Zucker aus den Rüben gewonnen wird. während die Franzosen es nicht über 6—7 Procent bringen.

2. Anatomischer Bau der Zuckerrübe.

Beim Zerschneiden einer Zuckerrübe zeigt sich auf dem Querdurchschnitt eine Reihe von concentrischen Zonen. Zu äusserst bemerkt man zunächst eine Lage von 4 bis 5 Reihen von Zellen, welche die Epidermis bilden. Diese Zellen bestehen aus einer stark verdickten Membran, sie enthalten Eiweissstoffe, Fett und führen Kalksalze und Kieselsäure. Beim Wachsthum wird die Epidermis häufig stellenweis zerstört oder zerrissen, sobald dies eintritt, verwandeln die darunter liegenden Zellschichten sich durch Verdickung ihrer Membran in Epidermis und leisten so einen Ersatz für die entstandenen Lücken und gewähren den unter der Wundfläche gelegenen Geweben Schutz. Es ist dies jedoch nicht eine Eigenthümlichkeit der Epidermis der Zuckerrüben, wir können vielmehr dasselbe Verhalten bei allen mit Epidermis bekleideten Pflanzen und Pflanzentheilen beobachten.

Unmittelbar unter der Epidermis liegt eine Schicht protoplasmareicher Zellen, die, sobald die Knolle dem Lichte ausgesetzt wird.

Chlorophyll bilden, wodurch die grüne Färbung der aus der Erde wachsenden Theile der Rübe hervorgebracht wird. Der ganze übrige Theil der Rübe wird erfüllt von einem Zellparenchym, in welchem die Gefässbündel symmetrisch in concentrischen Kreisen vertheilt sind. Das Zellparenchym besteht aus kleinen rundlichen, cylindrischen, auch vielfach eckig prismatischen Zellen, es ist in der Rübe kenntlich durch seine rein weisse Farbe und seine Structur; die kreisförmig gestellten Gefässbündelregionen lassen sich schon mit blossem Auge erkennen und deutlich vom Parenchym unterscheiden. Die Zellen des letzteren sind mit dem Zuckersaft erfüllt, in guten Rüben wird daher diese Gewebsform gegen die übrigen beträchtlich vorwiegen und gewährt schon bei der blossen Betrachtung einen ungefähren Anhalt zur Beurtheilung des Werthes verschiedener Rübenvarietäten.

Der anatomische Bau der Zuckerrübe ist auf Taf. XXX dargestellt.

Fig. 1 stellt einen Längsdurchschnitt durch die Zuckerrübe dar. Man erkennt daran die spindelförmige Gestalt der Knolle und die lang gestreckte Pfahlwurzel, die eine Länge von 1 Meter, häufig von 2 Meter erreicht. Bei der Ernte reisst die Wurzel in der Gegend von N ab und verbleibt im Boden; durch ihre Zersetzung und Fäulniss trägt sie zur Lockerung des Bodens bei, während ihre Bestandtheile einer künftigen Ernte zu gute kommen. Der aus der Erde hervorragende Kopf der Rübe b c nimmt am Licht eine grüne Färbung an und enthält weniger Zucker, dagegen mehr fremde Stoffe als der Rest der Rübe; man cultivirt daher vorzugsweise solche Varietäten, die möglichst weit in der Erde wachsen, man würde grosse Verluste haben, wenn der über der Erde befindliche Theil sich bis zu der mit den Buchstaben a d bezeichneten Region erstrecken würde. In der Spitze des Kopfes befindet sich bei E eine von Mark erfüllte Partie, diese enthält wenig Zucker, ist dagegen überreich an Wasser und Salzen. Das das Mark dieser Region bildende Gewebe verändert sich leicht während der fortschreitenden Reife und veranlasst durch Degeneration der Zellen die Entstehung von Höhlungen, später pflanzt sich diese Zersetzung leicht auf die übrigen Theile fort und leitet Fäulniss ein.

Die weisslichen Zonen A B C D E deuten in diesem Durchschnitt die die Gefässbündel umgebenden zuckerführenden Gewebe an; die zwischen diesen Zonen befindlichen Theile enthalten entweder gar keinen, oder sehr wenig Zucker.

Fig. 2 stellt einen Querschnitt derselben Rübenvarietät dar, man erkennt darin deutlich die Lage der concentrischen Schichten: im Mittelpunkte, rings um die Axe der Wurzel, die von dem zuckerführenden Gewebe umgebenen Gefässbündel, welche zusammengenommen dieser

Partie das Ansehen einer gereiften Kreisfläche A geben; ein zweiter Kreis B zeigt gleichfalls die Lage der von zuckerführendem Gewebe umgebenen Gefässbündel in dieser Region; die übrigen concentrischen Kreise C D E F entsprechen denselben Theilen.

Fig. 3 ist ein mikroskopisches Bild eines Querdurchschnitts und zeigt die Details deutlicher. Jede der Zonen der Gefässbündel ist durch einen der Buchstaben A B C D angedeutet; die Röhren oder saftführenden Gefässe liegen in der Mitte dieser Zonen, sie sind durch die Buchstaben a a a bezeichnet. In Fig. 4 ist eine solche Zone im Längsschnitt gezeichnet, auch hier sind a die saftführenden Gefässe. Die Buchstaben b deuten in beiden Figuren den cambialen Theil der Gefässbündel an, die Zellen derselben sind lang gestreckt. Das zwischen den Gefässbündeln liegende zuckerreiche Zellparenchym ist mit c bezeichnet. Die Zellen des letzteren nähern sich in der Nähe der Peripherie der Rübe mehr und mehr einander. In der letzten Zone bemerkt man schattirte, weniger durchsichtige Zellen e e um ein isolirtes Gefäss, welche dann wieder mit zuckerführenden Zellen umgeben sind. Die dunklen Zellen e e enthalten kleine Krystalle, oder krystallinische Agglomerate von oxalsaurem Kalk und finden sich in grösster Menge in der Nähe des Kopfes der Rübe.

Diese Krystalle sieht man deutlicher in einer Zelle in Fig. 7 und bei noch stärkerer Vergrösserung ausserhalb der Zelle in Fig. 8.

Die Fig. 3 zeigt ausserdem das Epidermisgewebe d d, bestehend aus vier oder fünf Zelllagen, deren Membranen mit Kieselsäure, Kalksalzen, Fetten und stickstoffhaltigen Materien durchdrungen sind. Unter der Epidermis findet sich die protoplasmareiche Zellschicht, welche bei den röthlichen Varietäten den rothen Farbstoff enthält und bei Zutritt des Lichtes Chlorophyll bildet. Bei d′ sieht man eine Verletzung der Epidermis, die die darunter liegenden Zellschichten freilegt, die letzteren wandeln sich dann, wie oben erwähnt, in Epidermisgewebe um.

Fig. 5 stellt eines der getüpfelten Gefässe der Gefässbündel bei starker Vergrösserung dar.

Fig. 6 deutet bei sehr starker Vergrösserung die Structur des Zellgewebes an, welches sich zwischen den Gefässbündeln in der ganzen fleischigen Masse der Rübe findet und das zuckerreiche Mark bildet.

3. Zusammensetzung der Zuckerrübe.

Der weit überwiegende Theil der Zuckerrübe besteht aus Wasser und in Wasser gelösten Stoffen. Wenn man die Rübe zerkleinert, indem man sie auf einer Reibe zerreibt, die Membranen der Zellen möglichst zerreisst, so erhält man einen Brei, aus dem man durch Behand-

lung mit Wasser alles lösliche entfernen kann, während die Zellmembranen und die unlöslichen Bestandtheile der Gewebe zurückbleiben. Diesen Rückstand bezeichnet man technisch als das Mark der Rübe. Trocknet man denselben, so beträgt er im grossen Durchschnitt 4 Procent vom Gewicht der Rübe; die Schwankungen im Gehalt an Mark sind niemals beträchtlich, der niedrigste Werth kann zu 3 Proc., der höchste zu 5 Proc. geschätzt werden. Man kann daher annehmen, dass die Rübe besteht aus

Mark 4 Proc.
Saft 96 „

Die Zusammensetzung des Saftes schwankt nun ausserordentlich je nach der Qualität der Rübe, je nach Bodenverhältnissen, je nach der Düngung, je nach der Witterung. Selbst bei unter durchaus gleichen Verhältnissen gewachsenen Rüben zeigt das einzelne Exemplar in seiner Zusammensetzung die grösste Abweichung. So fanden wir bei der Untersuchung von etwa 100 Stück unter ganz gleichen Verhältnissen, auf demselben Felde gewachsenen Rüben in der Trockensubstanz Schwankungen von 13,37 bis 21,52 Proc., im Mittel aller Beobachtungen 18,19 Proc. Nimmt man den Gehalt an Mark gleichmässig zu 4 Proc. vom Gewicht der Rüben an, so würde dieses folgende Zusammensetzung repräsentiren:

	Maximum.	Minimum.	Mittel.
Saftbestandtheile	17,52	9,37	14,19
Wasser . . .	78,48	86,63	81,81
Mark	4,00	4,00	4,00

Von den Bestandtheilen des Saftes macht der Zucker und zwar der Rohrzucker den bei weitem überwiegenden Theil aus. Der Gehalt an Rohrzucker schwankt innerhalb sehr weiter Grenzen und diese sind abhängig von einer Reihe von verschiedenen Ursachen, als:

1) Die Qualität des Samens, deren Bedeutung wir schon oben besprochen haben; es giebt sogenannte Zuckerrüben, deren Zuckergehalt auch unter den günstigsten Verhältnissen nicht über 8—9 Procent sich erhebt, während andere vorzügliche Samen, Rüben mit 17 Procent und mehr Zucker produciren.

2) Die Beschaffenheit des Bodens. Ein für die Rübencultur ungeeigneter Boden wird niemals, selbst bei bester Beschaffenheit des Samens eine so zuckerreiche Rübe tragen, wie auf besseren Bodenarten zu wachsen pflegt, namentlich ist dabei auch der Düngungszustand zu berücksichtigen. Nach starken Stallmistdüngungen erzielt man grosse Ernten an Rüben, aber die Qualität derselben lässt viel zu wünschen übrig. Vielfache Erfahrungen bestätigen es, dass mit Kalisalzen im

Herbst gedüngte Rüben beträchtlich zuckerreicher sind, als solche, die eine solche Düngung nicht erhalten haben.

3) Die Grösse der einzelnen Rübe. Im Allgemeinen ist die Rübe um so zuckerärmer je grösser sie ist; je mehr sie an Umfang zunimmt, um so mehr Wasser und sonstige fremde Bestandtheile enthält ihr Saft.

4) Der Verlauf der Witterung. Dieser macht sich am meisten am Ende der Vegetationsperiode, zur Zeit der Reife geltend. Wird die fast reife Pflanze durch Regen und darauf folgende warme Witterung von Neuem zum Wachsen veranlasst, so nimmt der Zuckergehalt mit jedem Tage ab, indem er zur Ausbildung der neuen sich entwickelnden Blätter verwandt wird.

5) Wirken noch verschiedene andere Ursachen mit, die man kaum erklären kann. Diese veranlassen es, dass unter ganz gleichen Verhältnissen gewachsene Rüben, die aus demselben Samen gezogen, auf demselben Boden, im selben Jahre cultivirt sind, niemals gleichen Zucker- und Gehalt an sonstigen Bestandtheilen haben.

Bei einer Untersuchung von ca. 100 Stück Zuckerrüben, deren Gehalt an Trockensubstanz oben angegeben ist, enthielt der Saft in 100 Gewichtstheilen:

	Maximum.	Minimum.	Durchschnitt.
Zucker . . .	17,68	9,56	13,93
Sonstige Stoffe	3,51	0,38	1,73
Wasser . . .	81,20	87,65	84,45

Bei derartigen Schwankungen des Zuckergehaltes kann natürlich die Bestimmung des Zuckers in einem einzelnen Exemplar kaum ein annäherndes Bild von der Zusammensetzung eines grösseren Quantums Rüben, selbst wenn diese auf demselben Felde gewachsen sind, geben. Es ist dieses für die Fabrikation sehr zu beachten, indem man sich den grössten Täuschungen hingeben kann, wenn man auf eine vereinzelte Untersuchung hin seine Schlüsse auf die aus einem grösseren Quantum zu erzielende Ausbeute macht. Um eine einigermassen richtige Unterlage zur Beurtheilung eines grösseren Quantums von Rüben zu gewinnen, sollte man immer aus einer grössern Anzahl, 20—30—50 Stück, den Saft darstellen und diesen gut gemischt untersuchen. Von den sonstigen Bestandtheilen des Saftes sind folgende zu erwähnen:

Traubenzucker und Fruchtzucker. Diese Zuckerarten kommen in guten Rüben entweder nur spurenweis, oder gar nicht vor; sie entstehen dagegen aus einer Umwandlung des Rohrzuckers, wenn die Rüben in Fäulniss gerathen und beim Keimen derselben. Für die Fabrikation sind sie insofern von Nachtheil, als sie, bei der Läuterung des Saftes in alkalische Lösung übergeführt, bei Berührung mit der Luft sich rasch

zersetzen und den Säften eine dunkle Färbung ertheilen, die durch Aufwand eines grossen Quantums Knochenkohle beseitigt werden muss.

Organische Säuren. Oxalsäure, Weinsäure, Citronensäure, Aepfelsäure u. A. in den Säften an Kali, Natron, Kalk, Magnesia und andere Basen gebunden, theils als neutrale, theils als saure Salze. Bei der Läuterung des Saftes werden die sauren Salze durch Zusatz von Kalk neutralisirt, die an Alkalien gebundenen Säuren zum grossen Theil in Kalksalze verwandelt. Die Kalksalze der im Rübensaft vorkommenden organischen Säuren sind zum grössten Theil in Wasser unlöslich, sie werden daher bei der Läuterung beseitigt. Die Entfernung derselben durch diesen Prozess ist aber nicht eine vollständige, insofern als die in reinem Wasser unlöslichen Salze die Eigenschaft haben, in zuckerhaltigem Wasser etwas löslich zu sein. Hierdurch verbleibt ein Theil derselben im Safte, um in einem späteren Fabrikationsstadium, bei der Behandlung mit Knochenkohle, durch das Absorptionsvermögen derselben beseitigt zu werden.

Gummi, Schleim und Fett. Immer nur in sehr geringer Menge, diese Stoffe werden leicht, bei der ersten Läuterung und bei der Behandlung mit Knochenkohle entfernt.

Färbende Bestandtheile. In der unversehrten Rübe ist der Saft farblos, sobald derselbe aber mit der Luft in Berührung kommt, färbt er sich zuerst misfarbig grau, röthlich, häufig ziemlich intensiv braunroth, bei längerem Verweilen an der Luft wird er fast schwarz. Die Zusammensetzung und weiteren Eigenschaften dieses an der Luft sich zersetzenden und färbenden Körpers sind nicht bekannt. Durch Behandlung mit Kalk oder basisch essigsaurem Blei wird er mit Leichtigkeit aus dem Safte abgeschieden. Die röthlichen Varietäten der Rüben enthalten ausserdem einen rothen Farbstoff im Safte; die ausserhalb der Erde befindlichen Theile der sonst farblosen Rüben führen in den äusseren Zellschichten Chlorophyll, den allen grünen Pflanzentheilen eigenthümlichen Farbstoff.

Eiweissstoffe. Von den verschiedenen Eiweissstoffen scheint in den Rüben vorzugsweise das eigentliche Eiweiss, oder Albumin vorzukommen. Beim Erhitzen des Saftes gerinnt es zu in Wasser unlöslichen Flocken und wird als schaumige Masse abgeschieden. Durch die Einwirkung der Alkalien wird dann das sonst in siedenden Flüssigkeiten unlösliche Eiweiss zersetzt und zum Theil in Lösung übergeführt. Die Beseitigung dieses gelösten Eiweisses ist äusserst schwierig, ein Theil desselben bleibt stets im Safte und findet sich in modificirter Form in den Syrupen. Durch seine Unfähigkeit, selbst zu krystallisiren, wirkt es nachtheilig auf die Krystallisation des Zuckers ein. Je weniger

Eiweiss ein Saft enthält, um so besser wird dieses daher für die Fabrikation sein. Gewisse Saftgewinnungsmethoden zeichnen sich dadurch aus, dass sie verhältnissmässig eiweissarme Säfte liefern.

Asparagin. Eine stickstoffhaltige organische Substanz, die als das Amid der Aepfelsäure betrachtet werden kann und sehr verbreitet im Pflanzenreiche auftritt. Beim Kochen mit alkalischen Flüssigkeiten, also in der Zuckerfabrikation im Scheidungsprozess, zersetzt es sich in Ammoniak, welches mit den Wasserdämpfen entweicht, und Asparaginsäure.

Betain. Eine neuerdings von SCHEIBLER im Rübensafte entdeckte stickstoffhaltige organische Base, deren Zusammensetzung der Formel $C^{15}H^{33}N^{3}O^{6}$ oder: $C^{30}H^{33}N^{3}O^{12}$ entspricht. Sie ist äusserst leicht löslich in Wasser und wird bei der Fabrikation nicht aus dem Safte entfernt, sondern geht bei der Krystallisation des Zuckers in die Melasse über.

Ammoniak und Salpetersäure, ersteres an verschiedene Säuren, letztere vorzugsweise an Kali gebunden. Die Ammoniaksalze werden bei der Läuterung zersetzt, das Ammoniak entweicht beim Kochen des Saftes und verursacht, nebst dem durch die Zersetzung des Asparagins und der Eiweisskörper gebildeten, den eigenthümlich stechenden, ammoniakalischen Geruch, den man in jeder Zuckerfabrik, namentlich in der Nähe der Scheidungsgefässe, wahrnimmt. Die Menge des hier entweichenden Ammoniaks ist nicht unbeträchtlich, so dass eine Gewinnung desselben, die allerdings mit einzelnen technischen Schwierigkeiten verbunden sein mag, sehr angezeigt wäre. Wie beträchtlich die Mengen des so entweichenden Ammoniaks sind, geht namentlich aus Untersuchungen von REISET hervor. Nach diesen giebt ein Liter Saft verschiedener Sorten von Zuckerrüben 0,441—0,775, durchschnittlich 0,634 Grm. Ammoniak. Dieses würde bei einer täglichen Verarbeitung von 1000 Centner Rüben etwa 30 Kilo Ammoniak, bei einer fünfmonatlichen Campagne 4500 Kilo Ammoniak entsprechen. Da in den Düngstoffen ein Kilo Ammoniak mindestens einen Werth von einem halben Thaler hat, so würde das so einer Fabrik im Laufe einer Campagne verloren gehende Ammoniak einen Werth von 2250 Thalern repräsentiren. Der Gehalt an salpetersauren Salzen ist sehr wechselnd, von geringfügigen Spuren bis zu ziemlich erheblichen Mengen, je nach dem Gehalt des Bodens an diesen Verbindungen. Das salpetersaure Kali ist in Wasser leicht löslich, wird durch die verschiedenen Operationen der Fabrikation nicht aus dem Safte entfernt und krystallisirt mit dem Zucker. Es sind Rohzucker, namentlich aus Russland, in den Handel gekommen, die einen ausserordentlich hohen Gehalt an salpetersaurem Kali hatten.

Sonstige anorganische Substanzen. Kali, Natron, Kalk, Magnesia, Eisenoxyd, Phosphorsäure, Schwefelsäure, Chlor. Diese Stoffe sind nie fehlende Bestandtheile der Pflanzen und finden sich daher auch in allen Rübensäften. Sie werden theils bei der Bearbeitung der Säfte entfernt, theils gehen sie in den Zucker, zum grössten Theil in die Melassen über.

Ausser diesen kommen in den Rübensäften noch manche andere Stoffe vor, über deren Natur und Eigenschaften wir bislang noch nichts wissen, es sind dies die sogenannten Extractivstoffe, die eines weiteren Studiums harren.

Die sämmtlichen Bestandtheile des Saftes, mit Ausnahme des Rohrzuckers und des Wassers fasst man technisch unter dem Namen Nichtzucker zusammen. Von den Bestandtheilen des Nichtzuckers verhalten sich die einzelnen auf sehr verschiedene Weise, wie oben angegeben, die einen lassen sich mit Leichtigkeit aus dem Safte entfernen, die anderen erfordern einen grösseren Aufwand an Läuterungsmaterial, andere sind gar nicht zu beseitigen, wieder andere sind insofern von Nachtheil, als sie die Krystallisation des Zuckers erschweren und einen Theil desselben durch ihre Gegenwart so an der Krystallisation behindern, dass die Gewinnung desselben völlig unmöglich wird. Es ist daher der Werth einer Rübe für die Fabrikation nicht allein abhängig von ihrem Zuckergehalte, sondern ganz wesentlich auch von ihrem Gehalt an Nichtzucker, zwei Rübensorten von ganz gleichem Zuckergehalt können die verschiedensten Ausbeuten an krystallisirtem Zucker geben. So wird z. B. eine Rübe, welche 14 Proc. Zucker und 2 Proc. Nichtzucker enthält, ein vortreffliches Resultat liefern, während eine andere mit ebenfalls 14 Proc. Zucker und 4 Proc. Nichtzucker sich schon sehr schlecht verarbeiten lassen wird.

Es ist für die Fabrikation von grosser Wichtigkeit, dieses zu berücksichtigen, und man sollte durch regelmässige Untersuchungen nicht allein den Zuckergehalt, sondern auch das Verhältniss von Zucker und Nichtzucker feststellen. Da unter Nichtzucker alles zusammengefasst ist was nicht Zucker und Wasser ist, so genügt dazu eine Bestimmung der Trockensubstanz und des Zuckers im Safte. Den Zucker bestimmt man durch Polarisation, wie später beschrieben werden wird, die Trockensubstanz durch Verdampfen einer gewogenen oder genau abgemessenen Menge des Saftes und Wägung des Rückstandes. Die Differenz zwischen dem procentischen Gehalt an Trockensubstanz und Zucker giebt die Menge des Nichtzuckers. Da die Bestimmung der Trockensubstanz im Safte nicht ganz leicht ausführbar ist, eine gewisse Geschicklichkeit in chemischen Arbeiten und einen ziemlichen Zeitaufwand wegen des langsamen Austrocknens erfordert, so kann man dieselbe auch für die bei

weitem meisten Zwecke genau genug auf anderem Wege, mittelst des Saccharometers ermitteln. Das von BRIX u. A. construirte Saccharometer ist ein Aräometer oder Senkwage, deren Spindel so getheilt ist, dass jeder Theilstrich in einer zuckerhaltigen Flüssigkeit ein Gewichtsprocent Zucker nachweist. Sinkt das Saccharometer in einer wässrigen Zuckerlösung z. B. bis zum 15. Theilstrich seiner Skala ein, so enthalten 100 Gewichtstheile dieser Lösung 15 Gewichtstheile Zucker. Enthält die Flüssigkeit neben dem Zucker einen anderen Körper, der genau dasselbe specifische Gewicht wie der Zucker hat, so wird die Saccharometer-Angabe genau die Summe der Gewichtsprocente beider Körper, oder den procentischen Gehalt an Trockensubstanz der Flüssigkeit nachweisen. Ist aber das specifische Gewicht des den Zucker begleitenden Körpers ein anderes wie das des Zuckers, so giebt das Saccharometer nicht mehr genau den Gehalt an Trockensubstanz an. Hat man z. B. in einer Flüssigkeit 14 Procent Zucker und 2 Procent eines Körpers von höherem specifischem Gewicht als das des Zuckers, so wird das Saccharometer nicht auf 16 Grad, sondern tiefer einsinken, mithin einen zu hohen Gehalt an Trockensubstanz nachweisen. Ist aber umgekehrt das specifische Gewicht des andern Körpers geringer als das des Zuckers, so wird das Saccharometer nicht bis zum 16. Grade einsinken, sondern z. B. nur bis 15,7 Grad, also eine zu niedrige Angabe des Trockensubstanzgehaltes geben.

Da unter allen Umständen der Zucker der der Menge nach überwiegende Bestandtheil der Rübensäfte ist, während der Nichtzucker beträchtlich dagegen zurücktritt, und da ferner der Nichtzucker wieder ein Gemenge von Körpern von verschiedenstem specifischen Gewicht ist, von denen manche dem Zucker gleich, einzelne höher, andere vielleicht etwas geringer sind, — so giebt das Saccharometer immer Anzeigen, die für die meisten praktischen Zwecke genau genug sind, daher bedient man sich denn auch in der Praxis ganz allgemein des Saccharometers zur Ermittlung der Trockensubstanz und bezeichnet die Differenz zwischen Saccharometeranzeige und Zuckergehalt als Nichtzucker.

Hat man z. B. eine Saccharometeranzeige von 16 Grad oder Procent und hat man durch Polarisation 14 Proc. Zucker gefunden, so hat der Saft 16—14=2 Procent Nichtzucker. Oder der Saft enthält $\frac{14}{16}$ = 0,875 Zucker. Dieser Bruch, welcher also das Verhältniss von Trockensubstanz und Zucker bezeichnet, ist der Zuckergehalts-Quotient, oder Zuckerquotient oder Zuckerfactor genannt. Dieser Zuckerquotient deutet an, dass in 100 Theilen der Safttrockensubstanz 87,5 Th. Zucker und 12,5 Th. Nichtzucker enthalten sind.

Ebenso kann man auch einen Nichtzuckerquotienten berechnen, oder das Verhältniss des Zuckers zum Nichtzucker. In unserem Beispiel ist der Bruch $\frac{2}{14} = 0{,}143$ der Nichtzuckerquotient, welcher aussagt, dass auf 100 Theile Zucker im Safte 14,3 Th. Nichtzucker kommen.

Ausser den Bestandtheilen des Saftes sind noch die des Markes zu betrachten. Denken wir uns das Mark als vollständig von Saft befreit, so besteht es im Wesentlichen aus den Membranen der Zellen des Parenchyms und den mehr oder weniger verholzten Theilen der Gefässbündel, sämmtlich unter einander verkittet durch Pectinsubstanzen. Die reine und die theilweis verholzte Cellulose ist für die Zuckerfabrikation bedeutungslos, geht etwas davon in den Saft über, so bewirkt sie höchstens eine mechanische Trübung, die mit Leichtigkeit zu beseitigen ist. Anders ist es mit den Pectinsubstanzen. Diese werden, wie oben Seite 34 nachgewiesen ist, durch Behandlung mit alkalischen Flüssigkeiten in Metapectinsäure übergeführt. Die Metapectinsäure verbindet sich mit dem Kalk, welcher bei der Läuterung angewandt wird, zu nicht krystallisirbarem metapectinsaurem Kalk. Da alle nicht krystallisirbaren Stoffe die Krystallisation des Zuckers hindern, so ist ein Gehalt an metapectinsaurem Kalk ein Nachtheil für die Beschaffenheit des Saftes, man sollte es daher sorgfältig vermeiden, irgend einen Theil des Markes in den Saft kommen zu lassen.

4. Die Operationen der Zuckerfabrik.

Die Gewinnung des Zuckers umfasst eine Reihe theils rein mechanischer, theils chemischer Operationen, die auf vielfach verschiedene Weise, mit den verschiedensten Apparaten ausgeführt werden. Die einzelnen Operationen lassen sich ihrer Reihenfolge nach folgendermaassen gruppiren:

1) Die Reinigung der Rüben durch Waschen und Putzen.

2) Die Zerkleinerung durch Zerreiben zu Brei oder Verwandlung in Schnitzel.

3) Die Gewinnung des Saftes durch Pressen, Centrifugen, Maceriren, Diffusion.

4) Die Läuterung oder Scheidung des Saftes durch Zusatz von Kalk.

5) Die Saturation, oder die Entfernung des im Ueberschuss zugesetzten Kalkes durch Kohlensäure.

6) Die Gewinnung der Kohlensäure.

7) Die Filtration durch Knochenkohle.

8) Die Reinigung oder Wiederbelebung der gebrauchten Knochenkohle.

9) Die Verdampfung des Dünnsaftes zu Dicksaft und zweite Filtration.

10) Die Verkochung des Dicksaftes zu Füllmasse.

11) Die Krystallisation des Zuckers und Verarbeitung des Syrups.

Um eine Uebersicht über die ganze Fabrikation zu geben, wollen wir zunächst die einzelnen Operationen in obiger Reihenfolge beschreiben, wie sie bei dem älteren, bis jetzt noch von den bei weitem meisten Fabriken innegehaltenem Verfahren ausgeführt werden, und erst dann die Modificationen der einzelnen Operationen geben.

5. Reinigung der Rüben.

Die vom Felde kommenden Rüben müssen von anhängendem Schmutz, Erde, Sand, Steinen befreit werden, um Beschädigungen der Maschinen, in denen sie später weiter verarbeitet werden, zu vermeiden. Hierzu dient der Waschcylinder oder Waschtrommel, welche wir schon früher beschrieben haben (S. 101). Der Waschcylinder besteht im Wesentlichen aus einem langen runden Hohlraum, gebildet dadurch, dass um eine drehbare Axe ein entweder aus hölzernen Latten oder gelochtem Eisenblech gefertigter Mantel gelegt ist. Dieser ruht mit seiner Welle in Lagern auf einem entsprechend grossen, mit Wasser gefülltem Troge und ist am einen Ende mit einer, unter einem Rumpfe befindlichen Oeffnung zur Aufnahme der Rüben, am anderen Ende mit einer selbstthätigen Fangvorrichtung versehen, mittelst welcher die Rüben aus der Wäsche entfernt werden. Durch passende Zahnräder wird dem Cylinder eine Bewegung von 10—15 Umdrehungen pro Minute ertheilt.

In dem Waschcylinder fallen die Rüben in das Wasser, werden hierin ziemlich kräftig bewegt, wodurch zuerst die anhaftende Erde erweicht und dann abgerieben wird. Sand und Steine werden durch ihr höheres specifisches Gewicht in dem Wasser rasch niedersinken, durch die Oeffnungen des Mantels fallen und sich am Boden der Kufe ablagern, von wo sie durch Oeffnen eines Mannloches von Zeit zu Zeit entfernt werden. Die leichteren Erdtheile, Thon etc. bleiben im Wasser suspendirt und werden von Zeit zu Zeit durch Erneurung des Waschwassers, oder zweckmässiger durch einen continuirlich durch die Waschkufe laufenden Wasserstrom abgeschlämmt. Geringe Erwärmung des Waschwassers befördert das Aufweichen zähen Thones sehr, um dieses zu bewirken, legt man ein Dampfrohr auf den Boden der Kufe, welches aber nur dann zur Verwendung kommt, wenn man es mit sehr thonigen Rüben zu thun hat, namentlich aber, wenn die Rüben in den Mieten gefroren sind. In letzterem Falle muss vor Allem die angefrorene Erde in dem erwärmten Wasser aufgethaut werden.

Je sorgfältiger man bei der Wäsche verfährt, je vollständiger man Sand und Steinchen entfernt, um so weniger Abnutzung der Maschinen wird man haben, um so weniger wird man späteren Störungen im Betriebe ausgesetzt sein. Eine gründliche Reinigung kann nur durch längeres Verweilen im Waschcylinder erreicht werden, stärkere Bewegung des letzteren kann dieses nicht ersetzen und hat ausserdem den Nachtheil, dass die Rüben zerschlagen werden können, namentlich die verhältnissmässig zuckerreichen Schwänze verlieren.

Je nach der Stellung, welche man der Wäsche giebt, sind verschiedene Zuführungsvorrichtungen erforderlich, mittelst welcher man die im Fabrikhofe abgeladenen Rüben zur Wäsche transportirt. Eine solche ist in Fig. 45 dargestellt, Fig. 46 und 47 zeigen Theile des Waschcylinders.

Die Rüben werden auf die aus eisernen, durch Charniere unter einander verbundenen Stäben gebildete endlose Ebene A, welche sich um Walzen dreht und von Leitrollen getragen wird, geworfen, um durch diese dem Paternosterwerk B zugeführt zu werden, welches sie in die Höhe fördert und sie oben in den Rumpf C des Waschcylinders fallen lässt. Die Einrichtung des letzteren, sowie die Schöpfvorrichtung wird durch Fig. 47 verständlich werden. In unserer Zeichnung ist der Waschcylinder mit einer Nachwäsche verbunden. Durch die Fangvorrichtung werden die Rüben in einen zweiten Wasserbehälter D geworfen, in welchem das aus schraubenförmig gestellten Armen E gebildete Rührwerk befindlich ist. Die im Cylinder bereits von allem groben Schmutz befreiten Rüben kommen in der Nachwäsche mit reinerem Wasser zusammen, geben hier den Rest des Schmutzes ab und werden dann durch die Arme des Rührwerks auf die schiefe Ebene F geworfen, von wo sie zur weiteren Verarbeitung gelangen.

In Bezug auf die Aufstellung der Wäsche und der Zuführungsapparate findet man die verschiedensten Einrichtungen in den Fabriken, die sich je nach der Localität und den Terrainverhältnissen richten müssen. Wenn das Terrain es gestattet, so ist es sehr zweckmässig, die Wäsche an einer tief gelegenen Stelle, z. B. im Souterrain der Fabrik aufzustellen, selbstverständlich ist dies nur möglich, wenn man dort noch genügendes Gefälle des Terrains hat, um das Schmutzwasser der Wäsche abfliessen zu lassen. Man hat dann den Vortheil, dass man die Rüben gleich von einer schiefen Ebene vom Hofe aus in den Rumpf der Wäsche fallen lassen kann. Die gewaschenen Rüben werden durch ein Paternosterwerk, oder durch ein Heberad dem zu ebener Erde gelegenen Raume zugeführt.

Hier erfolgt die erste weitere Bearbeitung, welche darin besteht,

dass mittelst eines Messers die feinen an den Seiten der Rüben befindlichen Wurzelgeflechte, welche Sand hartnäckig zurückhalten, die oberen

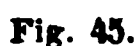


Fig. 45.

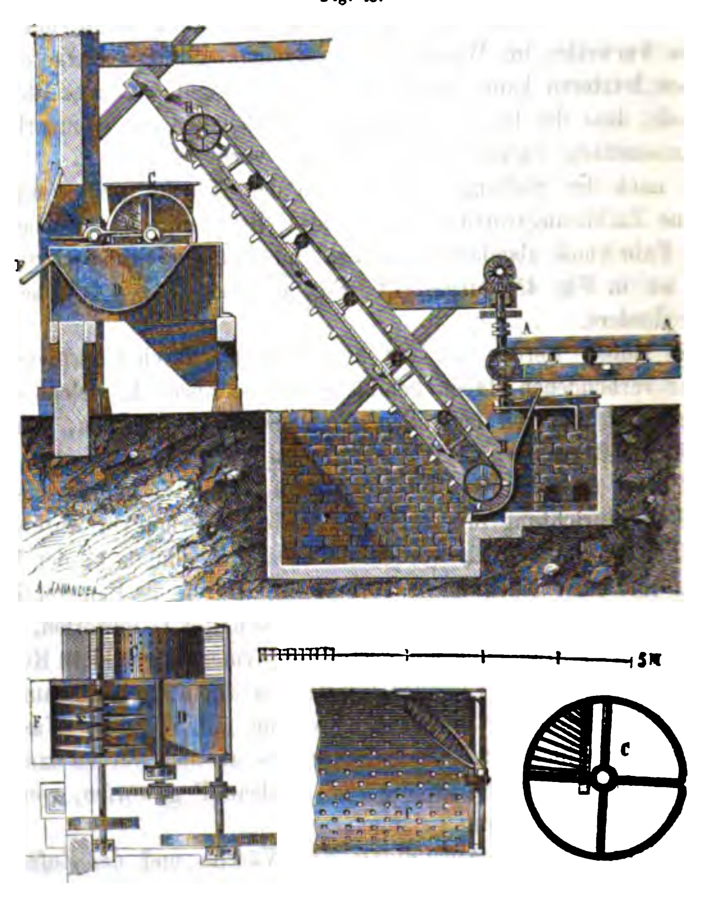


Fig. 46. Fig. 47.

aus der Erde gewachsenen, grün gefärbten Theile, die Köpfe der Rüben, welche verhältnissmässig zuckerarm sind, und endlich angefaulte Stellen beseitigt werden. Jede einzelne Rübe geht dabei durch die Hand von Arbeitern, meist Frauenzimmern, und wird dabei einer genauen Inspection unterworfen. Zur Förderung der Arbeit hat man hierzu verschiedene Apparate construirt, z. B. zum Abschneiden des Kopfes ein auf einem Blocke, am Ende in einem Charniere befestigtes Messer, zur Beseitigung der Faulstellen eine gebogene, vorn in einer Spitze endende, rotirende Klinge. Einsichtige Fabrikanten haben aber diese Apparate vollständig verworfen, weil sie allerdings wohl rascher, aber nie so

sorgfältig wie die menschliche Hand arbeiten. Dagegen ist eine sehr zweckmässige Einrichtung, das sog. Rüben-Carroussel, welches dazu bestimmt ist, den einzelnen Arbeiterinnen die zu putzenden Rüben auf eine bequeme Weise zuzuführen. Er besteht aus einer, in horizontaler Richtung sich drehenden, durchlöcherten Eisenplatte, rings mit einem Rande umgeben. Die von der Wäsche kommenden Rüben fallen auf einen kegelförmigen, die vertikale Welle umgebenden Mantel und gleiten daran gegen den Rand der Platte. Rings um diesen sind die Arbeiterinnen postirt und so braucht jede nur zuzugreifen, um auf bequemste Weise in den Besitz der zu bearbeitenden Rübe zu gelangen. Häufig nimmt man hier auf dem Carroussel noch eine Nachwäsche vor, dadurch, dass man mittelst einer brausenförmigen Vorrichtung feine Wasserstrahlen aufleitet, die dann den Schmutz durch die Durchlöcherungen der Platte fortführen.

Die geputzten Rüben werden in einen aus Eisenblech gefertigten, mit durchlöchertem Boden versehenen, kastenförmigen Wagen geworfen, werden hierin erst noch einmal abgespült, verweilen darin, bis das anhängende Wasser abgetropft ist und werden dann vom Steuerbeamten gewogen.

6. Zerkleinerung.

Die Zerkleinerung bezweckt die Ermöglichung der Gewinnung des Saftes. Je nach der Methode, welche man zur Saftgewinnung befolgen will, wird die Zerkleinerung auf verschiedene Weise vorgenommen. Die Rüben werden entweder zu Brei gerieben, oder in feine Scheiben, Schnitzel, zerschnitten. Wir wollen vorläufig hier nur die erstere Methode berücksichtigen.

Da der Saft in geschlossenen Zellen enthalten ist, da diese im geschlossenen Zustande den Saft aber entweder gar nicht, oder doch nur äusserst schwierig selbst beim stärksten Druck abgeben, so ist es erforderlich, jede Zelle zu eröffnen, ihre Membran zu zerreissen. Diese Zerreissung erfolgt durch Reiben, welche im Wesentlichen in ihrer Construction mit der bei der Stärkmehlfabrikation verwandten und früher S. 103 beschriebenen übereinstimmen.

Die Rübenreibe wurde von THIERRY erfunden und bestand ursprünglich aus einem Cylinder, dessen Mantel aus in geringen Abständen von einander stehenden Sägeblättern gebildet wurde. Dieser Cylinder findet sich auch noch fast unverändert bei den neueren verbesserten Reiben. Derselbe ist ebenso wie der der Kartoffelreibe mit einem festen Gehäuse umgeben, in welchem eine Oeffnung für den Rumpf ausgespart ist, durch den die Rüben den Zähnen der sich rasch drehenden Trommel zugeführt werden.

Bei der Unregelmässigkeit der Form der Rüben tritt leicht eine Verstopfung des Rumpfes ein und ausserdem sind die Rüben so schlüpfrig, dass sie an den Zähnen der Reibtrommel gleiten, ohne zerrieben zu werden, wenn sie nicht mit einer gewissen Gewalt gegen dieselbe gedrückt werden. Dieses geschah bei den älteren Reiben dadurch, dass unter dem seitlich von der Reibe gelegenen Rumpf ein weites, fast horizontales Rohr angebracht wurde, in welches die einzelnen Rüben aus dem Rumpfe fielen, in diesem Rohr war ein hölzerner Stempel, durch den mittelst Handarbeit die Rüben gegen die Reibe gedrückt wurden.

Die neueren Verbesserungen der Reibe betreffen nun namentlich die Anordnung dieses Stempels oder Poussoirs, den man bald statt aus Holz aus Metall anfertigte und dann die Handarbeit durch Maschinen ersetzte, die die Bewegung des Poussoirs bewirken. In den dazu erforderlichen Arrangements sind in neuerer Zeit eine Menge von Abänderungen getroffen, man kann wohl sagen, dass jede Maschinenfabrik ihre besondere Construction der Reibe hat. Eine derselben ist in Fig. 48 dargestellt, so wie sie in französischen Fabriken angewandt wird. A ist der eigentliche Reibcylinder, dessen Mantel in der Zeich-

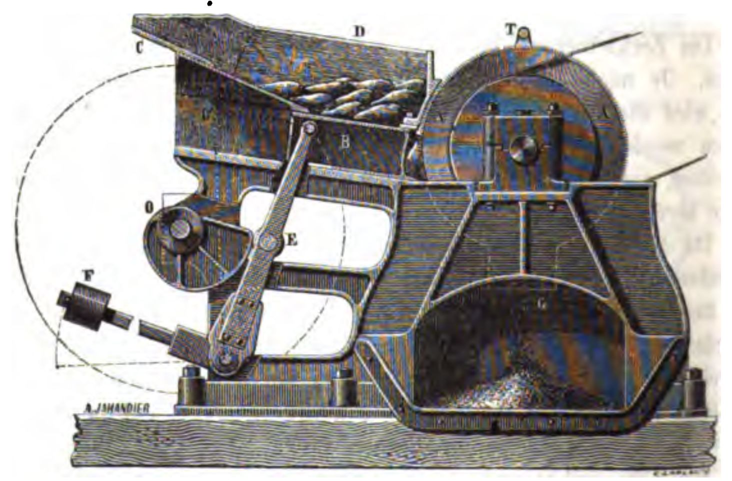


Fig. 48.

nung beseitigt ist, um die Zähne der Reiben zeigen zu können. Er besteht aus einer grossen Anzahl von Sägeblättern, von denen jedes zwischen zwei eisernen Schienen liegt und von diesen festgehalten wird; die Zähne der Reibe ragen um 2 M.M. über die Schienen hervor. Der Reibcylinder hat einen Durchmesser von 80 C.M. und eine Länge von 130 C.M. und erhält mittelst der Riemenscheibe 1000 Umdrehungen

pro Minute. Ueber dem Cylinder, aber innerhalb des Mantels desselben befindet sich das Rohr T, welches mit feinen Oeffnungen versehen ist und beständig Wasserstrahlen auf den Cylinder fliessen lässt, um die Zähne der Reibe rein zu erhalten und den Brei zu verdünnen. Die Rüben werden auf die schiefe Ebene C geworfen und gelangen so an die tiefste Stelle des Rumpfes D, wo sie durch eine entsprechende Oeffnung von dem Pousseur B erfasst und der Reibe zugeführt werden. Der Pousseur, welcher in der Zeichnung am Ende seiner Bahn dargestellt ist, erhält eine hin und her gehende Bewegung durch einen zweiarmigen Hebel, dessen Drehpunkt bei E liegt, auf folgende Weise. Das Excentric O dreht sich um seine Axe, bei einer gewissen Stellung desselben trifft es auf den oberen Theil des Hebels und treibt diesen so weit vorwärts, bis er die in der Zeichnung angedeutete Lage angenommen und damit das mit ihm verbundene Poussoir bis an's Ende seiner Bahn gebracht hat. Während des weiteren Umganges ist das Excentric mit dem Hebel nicht mehr in Berührung und es bewirkt dann das Gegengewicht F, welches den anderen Arm des Hebels belastet, indem es zum Sinken kommt, die der vorigen entgegengesetzte Drehung des Hebels. Dieser zieht dabei das Poussoir zurück, bringt es in die Lage, welche durch B′ angedeutet ist und macht dadurch zugleich die untere Oeffnung des Rumpfes frei, durch welche eine entsprechende Anzahl von Rüben in die Bahn des Pousseurs gelangen. Mittlerweile hat sich das Excentric soweit gedreht, dass es wieder den oberen Hebelarm berührt, schiebt diesen vorwärts und drückt damit die vor dem Poussoir befindlichen Rüben gegen die Reibe. Die Bahn des Poussoirs hat eine Länge von 35 C.M., das Excentric macht 7 Umdrehungen pro Minute. Der Brei wird um so feiner, je langsamer die Bewegung des Poussoirs und je rascher die Bewegung der Reibe ist. An der unteren Kante des Kastens, in welchem das Poussoir sich bewegt, ist eine verstellbare Schiene angebracht, welche den Anschluss dieses Kastens an die Reibe vermittelt. Man stellt diese Schiene so, dass sie fast die Zähne der Reibe berührt. Je mehr man sie der Reibe nähert, um so feiner und gleichmässiger wird der Brei, da sie es verhindert, dass grössere abgerissene Stücke, Schwarten, namentlich die äusseren Theile, die Schale der Rübe, sind geneigt solche zu bilden, in den Brei übergeführt werden. Der feine Brei wird an dieser Schiene vorbeigerissen und fällt bei G in einen unter der Reibe befindlichen Behälter. Jede Reibe hat 4 Poussoirs von je 26 C.M. Breite und genügt bei den angegebenen Dimensionen für eine Verarbeitung von 250000 Kilo Rüben.

Die Reiben der deutschen Zuckerfabriken unterscheiden sich von denen der französischen durch geringere Dimensionen, wodurch sie leichter

zu behandeln und dauerhafter herzustellen sind. Die Reibtrommel oder Cylinder ist nur etwa halb so breit wie oben beschrieben, gewöhnlich 60—65 C.M. breit, ausserdem in je zwei Bahnen getheilt, die je 2 Poussoirs entsprechen. Die Trommel besteht aus einem eisernen Gerüst, welches von den beiden Endscheiben und der durch die Axe hindurchgehenden Welle gebildet wird, von denen die letztere an jedem Ende eine Riemenscheibe trägt, ferner ist auf der Welle noch in der Mitte zwischen den beiden Endscheiben eine dritte Scheibe aufgezogen, welche die Theilung in zwei Bahnen bewirkt. Zur Aufnahme der Sägblätter sind an den beiden Endscheiben und an den Mittelscheiben zwei Ringe angegossen, welche eine Rinne bilden; die Befestigung der Sägblätter geschieht durch zwischen sie gelegte Leisten von trocknem Holz. Man klemmt zunächst eine solche Holzleiste mit ihren Enden in die ringförmige Vertiefung zwischen den beiden Ringen der einen Endscheibe und der Mittelscheibe, alsdann legt man ein Sägblatt auf, wieder eine Holzleiste, wieder ein Sägblatt u. s. f. bis der ganze Mantel der Trommel abwechselnd mit Sägblättern und Leisten besetzt ist. Das Holz kommt durch Anfeuchten zum Quellen und bewirkt so eine dauerhafte Befestigung der Sägblätter.

Durch die starke Reibung werden die Zähne der Sägen verbogen und werden dann ungeeignet, einen feinen Brei herzustellen, sie schleifen an den Rüben her, ohne sie genügend zu zerreissen; sobald dies eintritt, hebt man die Trommel aus ihren Lagern und dreht sie um, so dass sie dann in entgegengesetzter Richtung sich bewegt. Die krumm gewordenen Zähne fassen dann wieder scharf in die Rüben und liefern wieder guten Brei. Diese Benutzung in wechselnder Richtung kann man so lange fortführen, bis die Zähne sich soweit abgeschliffen haben, dass sie stumpf sind, alsdann wird eine Reservetrommel in die Reibe eingesetzt, die abgenutzte auseinander genommen, worauf man die Zähne neu schärft und die Trommel wieder zum neuen Gebrauch fertig stellt.

In vielen französischen Zuckerfabriken ist in neuerer Zeit die Reibe von Champonnois eingeführt. Sie soll vor der gewöhnlichen Reibe den Vorzug haben, dass sie einen gleichmässigeren Brei liefert, der völlig frei von ungleichmässig zerkleinerten Stücken, Schwarten ist.

Die Champonnois'sche Rübenreibe ist der oben S. 104 beschriebenen Kartoffelreibe fast ganz gleich, die einzigen Unterschiede sind gegeben durch das grössere Volumen der Rüben und durch die Nothwendigkeit, den Rübenbrei weniger fein als den Kartoffelbrei zu machen, weil der Rübenbrei, wenn er zu fein ist, sich schwer auspressen lässt und sogar theilweis durch die Poren der Presstücher gehen kann.

Die Dimensionen, welche sich für beide Arten der Reiben am besten bewährt haben, sind folgende:

	CHAMPONNOIS' Rübenreibe.	Kartoffelreibe.
Innerer Durchmesser des Cylinders . .	40 C.M.	30 C.M.
Länge der Sägblätter	25 C.M.	20 C.M.
Zahl der Umdrehungen der Welle pro Minute	700—750	900—1000
Länge der Zähne	1 M.M.	0,5 MM.
Weite der Oeffnungen zwischen den Sägblättern	3 M.M.	1 MM.
Länge dieser Oeffnungen	25 C.M.	20 C.M.

Die Leistungsfähigkeit einer Reibe von diesen Dimensionen und der angegebenen Geschwindigkeit der Bewegung beträgt 63—66000 Kilo Rüben in 24 Stunden.

Beim Gebrauch der CHAMPONNOIS'schen Reiben hat sich gezeigt, dass sich nach kurzer Zeit in den Oeffnungen, durch welche der Brei abfliesst, sehr harte Incrustationen absetzen, die die 3 M.M. weiten Oeffnungen nach 6—7 Tagen verstopfen. Bei mikroskopischer und chemischer Untersuchung fand PAYEN, dass diese Incrustationen theils aus Krystallen von oxalsaurem Kalk, theils aus Zellüberresten bestehen, es sind die Concretionen von oxalsaurem Kalk, deren Vorkommen in den Zellen der Gewebe der Rüben oben nachgewiesen ist. Die Incrustationen sind leicht zu entfernen. Man braucht in den Hohlraum der Reibe nur einen kleinen Ofen mit einigen glühenden Kohlen zu bringen, um dadurch eine rasche Austrocknung derselben herbeizuführen. Die Massen schrumpfen dadurch stark zusammen, und lassen sich dann durch Bürsten, oder mittelst einer feinen Stahlklinge mit Leichtigkeit aus den Oeffnungen entfernen.

Mit Hilfe dieses Mittels kann die Reibe 5 Tage lang arbeiten. Während der nächsten 3 Tage wechselt man alle 12 Stunden die Drehungsrichtung der Welle, um den sich verkürzenden Zähnen der Reibe die Rüben von der entgegengesetzten Richtung zu bringen. Während der folgenden 2 Tage wechselt man die Bewegung alle 6 Stunden. Die Zähne der Reibe sind dann stumpf, man nimmt den Cylinder heraus und ersetzt ihn durch einen anderen mit frisch geschliffenen Zähnen. Die Auswechslung der Cylinder ist in 10—12 Minuten auszuführen.

Das Zerreiben der Rüben wird ebenso wie das der Kartoffeln beträchtlich erleichtert, wenn man durch die hohle Welle beständig etwas Wasser zufliessen lässt. Der so mit ca. 15—18 Proc. vom Gewicht der Rüben mit Wasser verdünnte Brei fliesst weit leichter durch die Oeffnungen des Cylinders, das zugesetzte Wasser tritt mit dem Inhalt

der nicht zerrissenen Zellen in osmatische Wechselwirkung und lässt so einen Theil des Saftes gewinnen, welcher ohne diese Verdünnung verloren wäre.

Die Verdünnung des Breies auf der Reibe bietet grosse Vortheile für die vollständige Gewinnung des Saftes, wie weiter unten noch ausführlicher gezeigt werden soll, aus diesem Grunde finden wir häufig weit mehr Wasser angewandt, als oben angegeben ist. Es ist hierbei jedoch zu berücksichtigen, dass die Verdampfung des zugesetzten Wassers nicht unbeträchtliche Kosten verursacht und man hat zu ermitteln, wie weit diese Verdampfungskosten durch den Mehrgewinn an Zucker gedeckt werden. Aber nicht allein die Kosten des zur Verdampfung erforderlichen Brennmaterials sind hierbei zu berücksichtigen, sondern auch die Kosten des Rohmaterials, und in dieser Beziehung sind die Fabrikanten des Zollvereins in einer ganz anderen Lage wie die französischen. Wenn der französische Fabrikant einen Theil des Zuckers nicht gewinnt, so verliert er einen Theil seines Rohmaterials, die Rückstände haben aber einen um so höheren Werth als Futtermittel für seine Mastthiere und sein Saft braucht um so weniger verdampft zu werden. Der Fabrikant im Zollverein hat aber ein ungleich theureres Rohmaterial, weil hier ausser den Productionskosten noch auf je 50 Kilo der Betrag der Steuer mit 8 Sgr. kommt. Aus diesem Grunde muss man im Zollverein den Zucker womöglich bis auf den letzten Rest zu gewinnen suchen und verwendet ganz allgemein auf 100 Theile Rüben 30, selbst 50 Theile Wasser auf der Reibe. Wie weit man mit dieser Verdünnung geht, muss natürlich vom Preise des Brennmaterials abhängig sein, bei billigem Brennmaterial verdünnt man mehr, bei theurem weniger.

7. Gewinnung des Saftes durch Pressen.

Zur Entsaftung des Breies bedient man sich allgemein der hydraulischen Pressen. Dieselben bestehen aus einem Pumpwerk, durch welches Wasser in einen geschlossenen Behälter getrieben wird. In diesem Behälter befindet sich luftdicht schliessend ein beweglicher Stempel, der den Presstisch trägt. In dem Maasse wie das Pumpwerk Wasser in den Behälter treibt, wird der Stempel gehoben werden. Bringt man über dem Presstisch ein festes Widerlager an und zwischen beide die zu pressende Masse, so wird der Gesammtdruck, welcher durch den Pumpenkolben auf das Wasser des Behälters ausgeübt wird, auf die zu pressende Masse übertragen werden. Dieser Druck kann mit verhältnissmässig geringen Mitteln ausserordentlich hoch gesteigert werden. Da nicht comprimirbare Flüssigkeiten einen auf sie ausgeübten Druck gleichmässig nach allen Seiten hin fortpflanzen, so muss in einem wie

oben vorgerichteten Apparat der durch die Presse bewirkte Effect zu der wirkenden Kraft sich verhalten wie die Oberfläche des Querschnittes des Press-Stempels zu der Oberfläche des Querschnittes des Pumpenkolbens und bei gleichbleibender Kraft wird der Effect um so grösser sein, je kleiner die Oberfläche des Kolbens des Pumpwerks und je grösser der Pressstempel ist.

Hiervon macht man bei der Construction der hydraulischen Pressen der Zuckerfabriken Gebrauch. So lange der Brei noch reich an Saft ist, lässt er denselben rasch und mit Leichtigkeit unter geringem Druck ausfliessen. Da man in diesem Stadium wenig Kraft gebraucht, so lässt man einen Pumpenkolben von verhältnissmässig grossem Querschnitt das Wasser in den Behälter treiben. Ist ein bestimmtes Quantum von Saft abgeflossen, so genügt die durch diese Pumpe verfügbar werdende Kraft nicht mehr, um den Brei weiter zu entsaften, andererseits würde durch eine Verstärkung der Belastung dieser Pumpe der Druck so rasch zunehmen, dass die natürliche Elasticität des Breies die Umhüllungen, in denen die Pressung vorgenommen wird, eher zersprengen würde, als der Saft ausfliesst. Um dieses zu vermeiden, lässt man dann eine andere Pumpe in Thätigkeit kommen, deren Kolben weit kleiner ist, als der der ersteren. Diese fördert langsamer, aber um so viel energischer. Verhalten sich z. B. die Querschnitte der Kolben der beiden Pumpen wie 100 : 1, so wird, da ja der Querschnitt des Presskolbens und die wirkende Kraft gleich bleiben, der durch die kleine Pumpe bewirkte Effect ein hundertfach grösserer sein als der der grossen Pumpe.

Die Pumpwerke sind so construirt, dass beide Pumpen anfangs zusammenwirken, dass die grosse aber, sobald der Maximaleffect, zu deren Leistung sie bestimmt ist, erreicht ist, dann von selbst ausgeschaltet wird, während die kleine Pumpe allein in Thätigkeit bleibt. Diese lässt man so lange arbeiten, bis das Wasser in dem Pressbehälter unter einem Druck von 200—250 Atmosphären steht. Diesen Druck erhält man so lange, bis der Brei schliesslich keinen Saft mehr abgiebt und lässt dann das Wasser aus dem Pressbehälter in den Raum zurückfliessen, aus welchem es von den Pumpen geschöpft war. In dem Maasse wie der Pressbehälter sich entleert, sinkt der Pressstempel mit dem Presstische herab, die Presse kann entleert und neu beschickt werden.

Um den Brei, so wie er auf der Reibe gewonnen wird, pressen zu können, ist es erforderlich, demselben eine Umhüllung zu geben, welche den Saft frei abfliessen lässt, das Mark aber zurückhält. Man bedient sich dazu allgemein quadratischer Tücher von sehr starkem wollenen

Gewebe; früher wurden vielfach Säcke dazu verwandt, dieselben sind jedoch fast ganz ausser Gebrauch gekommen, da sie keinerlei Vorzüge vor den Tüchern, aber den Nachtheil haben, dass sie schwieriger zu reinigen sind als jene. Die Füllung der Tücher mit dem Brei geschieht auf dem Packtisch vor der Presse. Dieser ist aus Eisenblech gefertigt, rings mit einem Rande und an der einen Seite mit einer Rinne versehen, um den während des Packens freiwillig abfliessenden Saft zu sammeln und fortzuleiten. Auf den Packtisch legt man zunächst ein Blech von der Grösse des Presstisches, auf diesen legt man einen ca. 2 C.M. hohen Rahmen ebenfalls von Eisenblech und über diesen breitet man das Presstuch aus. Der Rahmen dient als Schablone für die Füllung. Mittelst eines Schöpfers ergreift der Arbeiter ein Quantum von 2—3 Kilo Brei, wirft diesen in die durch die Schablone gebildete Vertiefung, streicht den Brei eben aus und schlägt dann die Zipfel des Tuches darüber. Auf dieses legt man ein zweites Blech, auf dem dann auf die beschriebene Weise ein zweites Tuch gefüllt wird, so dass man schliesslich eine Anzahl von in Tüchern eingeschlagenen Breischichten erhält, von denen jede einzelne sich zwischen zwei Blechtafeln befindet. Durch den, durch das Gewicht derselben bewirkten Druck fliesst hier ein Theil des Saftes freiwillig aus. Die Stösse von Pressblechen und Breischichten werden darauf auf den Presstisch gelegt, derselbe wird bis zum Widerlager gefüllt, worauf die Pumpen in Thätigkeit gesetzt werden. In dem Maasse wie der Druck zunimmt, fliesst der Saft aus dem Brei, läuft über die Ränder der Bleche, fällt an denselben herab und gelangt auf die Fläche des Presstisches. Dieser ist mit einem Rande umgeben und mit einem Abflussrohr versehen, welches einen Schlauch trägt, um bei der Hebung des Tisches ein Verspritzen des Saftes zu vermeiden und ihn sicher in die Rinne zu leiten, welche ihn weiter fortzuführen hat.

Der Brei besitzt einen hohen Grad von Elasticität und leistet dem Pressen starken Widerstand. Dieser würde nicht überwunden werden können, wenn man den Brei in grossen Massen pressen wollte, man würde eher die Tücher zersprengen, als den Saft vollständig entfernen. Aus diesem Grunde macht man die Breischichten so dünn und schaltet zwischen jeder eine Blechplatte ein, durch deren Festigkeit der Druck gleichmässig auf die ganze Masse vertheilt wird.

Sobald kein Saft mehr abfliesst, lässt man den Presstisch herabsinken und entleert die Presse auf dieselbe Weise, wie sie gefüllt ist. Die Tücher enthalten dann eine fest zusammengepresste, allerdings noch saftführende Masse von Mark. Diese, die Presslinge, Pressrückstände, Schurpe werden aus den Tüchern genommen und entweder unmittelbar als Viehfutter verwendet, oder, um den noch darin enthaltenen Saft zu

gewinnen, einer zweiten Pressung unterworfen, nachdem man sie von Neuem unter Zusatz von Wasser in Brei verwandelt hat.

Zur Verwandlung der Presslinge in Brei sind verschiedene Maschinen construirt, so von FESCA eine sog. Maischmaschine, ein liegender eiserner Trog, in welchem eine mit einer grossen Anzahl von schraubenförmig gestellten Messern besetzte Welle liegt. Die Messer zerschneiden die Presslinge und kneten sie dabei mit zugesetztem Wasser zu einem zähflüssigen Brei. Diese Maschine scheint wenig Verbreitung gefunden zu haben, dagegen hat sich die von SCHLICKEYSEN, welche ganz dem bekannten Thonschneider nachgebildet ist, sehr gut bewährt. Sie ist ein eiserner stehender Cylinder, unten mit einer Abflussöffnung für den Brei versehen, in demselben steht eine Welle, an welcher in nach unten geneigter Lage starke Arme befestigt sind. Die Presslinge werden oben durch einen Trichter in den Cylinder geworfen; indem zugleich Wasser durch eine Brause sich über sie ergiesst, werden sie von den Armen der in Drehung befindlichen Welle ergriffen, zermalmt und fliessen dann als Brei unten ab, um von Neuem gepresst zu werden.

Der Rübensaft ist eine dickflüssige, zähe, klebrige Flüssigkeit und zwar in um so höherem Grade, je zuckerreicher die Rüben sind. Durch diese Zähflüssigkeit ist es nicht möglich, mehr als eine gewisse Quantität des Saftes zu gewinnen, der Rest bleibt selbst beim stärksten Pressen in den Presslingen und zwar um so mehr, je besser, je concentrirter der Saft. Durch Zusatz von Wasser macht man den Saft dünnflüssiger, er wird dann weniger von den Rückständen festgehalten und man erhält beim Pressen eine um so höhere Ausbeute. Man kann annehmen, dass gute Rüben beim stärksten Pressen etwa 80 Proc. Saft und 20 Proc. Presslinge liefern, in diesen 20 Proc. Presslingen sind nun enthalten 4 Proc. Mark und 16 Proc. Saft, ein Fünftel der ganzen Saftmenge würde daher in die Presslinge übergehen. Bei Zusatz von Wasser ist dieser Verlust weit geringer, erstens indem man weiter abpressen kann, — man erhält bei verdünntem Saft nur etwa 17 Proc. Presslinge und zweitens indem man dann in den Presslingen nicht mehr concentrirten, sondern verdünnten Saft, also nicht allein weniger, sondern auch zuckerärmeren Saft hat.

Wie bedeutend der Einfluss der Verdünnung des Saftes auf die Zuckerverluste wirkt, lässt sich durch einfache Rechnung nachweisen. Nehmen wir an, eine Fabrik verarbeite Rüben von folgender Zusammensetzung:

13 Proc. Zucker,
4 " Mark,
83 " Wasser und Nichtzucker.

Wenn diese ohne Wasserzusatz abgepresst werden bis auf 20 Gew.-Th. Rückstände, so enthalten diese die Gesammtmenge des Marks und ausserdem 16 Gew.-Th. Saft, in welchem Zucker und Wasser in denselben Verhältniss stehen wie in den Rüben, also:

2,2 Gew.-Th. Zucker,
4,0 „ Mark,
13,8 „ Wasser etc.

Da in 100 Th. Rüben 13 Th. Zucker, in 20 Th. Rückständen 2,2 Th. Zucker sind, so findet also hier ein Zuckerverlust von 17 Procent der Gesammtmenge statt.

Lassen wir nun auf der Reibe auf 100 Gew.-Th. Rüben 20 Gew.-Th. Wasser zufliessen, so erhalten wir 120 Gew.-Th. Brei, worin enthalten sind:

13 Gew.-Th. Zucker,
4 „ Mark,
103 „ Wasser.

Dieser verdünnte Brei lässt sich leicht so weit abpressen, dass von 100 Th. Rüben nur 18 Th. Presslinge erhalten werden, das Verhältniss von Zucker und Wasser ist dann aber nicht mehr dasselbe wie in den Rüben, sondern das des Breies. Oder es enthalten die 18 Th. Presslinge:

1,6 Gew.-Th. Zucker,
4 „ Mark,
12,4 „ Wasser,

und der Zuckerverlust ist auf 12 Proc. der Gesammtmenge reducirt.

Je weiter die Verdünnung mit Wasser fortgesetzt wird, um so günstiger stellt sich die Ausbeute an Zucker, wenn man z. B. auf 100 Gew.-Th. Rüben 50 Gew.-Th. Wasser giebt, so hat man 150 Gew.-Th. Brei mit

13 Gew.-Th. Zucker,
4 „ Mark,
133 „ Wasser.

Da die Saftgewinnung um so leichter erfolgt je dünner der Brei, so kann man diesen in der Presse ohne jede Schwierigkeit so weit bringen, dass von 100 Th. Rüben nur 17 Th. Presslinge zurückbleiben, in welchen enthalten sein werden:

1,2 Gew.-Th. Zucker,
4 „ Mark,
11,8 „ Wasser,

wodurch also der Zuckerverlust bei einmaligem Pressen auf 9 Proc. der Gesammtmenge reducirt wird.

Noch weit günstiger ist die Zuckerausbeute, wenn man nach dem ersten Pressen die Presslinge mit Wasser verdünnt und zum zweiten Male presst.

Nehmen wir an, dass der Brei zum ersten Pressen ohne allen Zusatz von Wasser auf der Reibe hergestellt sei und dass das erste Mal nur so schwach gepresst werde, dass man von 100 Rüben 70 Gew.-Th. Saft und 30 Gew.-Th. Presslinge erhalte, so werden diese enthalten:

3,5 Gew.-Th. Zucker,
4 „ Mark,
22,5 „ Wasser.

Diese 30 Gew.-Th. Presslinge seien dann mit 30 Gew.-Th. Wasser zu 60 Gew.-Th. Brei verwandelt worden, so sind dieselben leicht so weit abzupressen, dass 43 Gew.-Th. verdünnter Saft und 17 Gew.-Th. Presslinge erhalten werden. In diesen sind:

0,8 Gew.-Th. Zucker,
4 „ Mark,
12,2 „ Wasser.

Oder man verliert nur 6 Proc. der Gesammtmenge des Zuckers. Es leuchtet nun ein, dass man durch passende Behandlung diesen Zuckerverlust noch weiter verringern kann. Wenn man z. B. die 43 Gew.-Th. des beim zweiten Pressen gewonnenen verdünnten Saftes beim Reiben einer frischen Rübenmenge statt Wasser auf die Reibe fliessen lässt, so erhält man einen mit verdünntem Saft verdünnten Brei, der sich leichter pressen lässt, also weniger Rückstand mit weniger Zucker liefert, wird dieser dann zum zweiten Male gepresst, so wird der Zuckerverlust fast zum Verschwinden gebracht.

Bei unseren Berechnungen haben wir angenommen, dass beim Zusatz des Wassers eine vollständige Vermischung des Saftes mit dem Wasser stattfinde. Dieses wird um so vollständiger geschehen, je vollkommener beim Reiben die einzelnen Zellen eröffnet wurden, da nur aus den wirklich zerrissenen Zellen der Saft ganz frei austreten und sich mit dem Wasser mischen kann. Kommen unzerrissene Zellen mit dem Wasser zusammen, so findet allerdings auch ein Austausch der Saftbestandtheile mit dem Wasser statt, derselbe erfolgt aber langsam durch Vorgänge der Diffusion. Wenngleich hierdurch eine absolut gleichmässige Vermischung während der kurzen Zeit, welche zwischen dem Zusatz des Wassers und dem Pressen liegt, wohl nicht zu erreichen ist, so ist doch der Erfolg der Verdünnung und namentlich wenn diese mit dem Nachpressen verbunden wird, immerhin sehr beträchtlich.

Der Saft ist, sobald er die Zellen der Rübe verlassen hat, manchen nachtheiligen Veränderungen unterworfen, es treten Gährungs-

erscheinungen, hervorgerufen durch in der Luft überall verbreitete Fermente, ein. Es entstehen Säuren, namentlich aber tritt eine Schleimbildung ein, die man deutlich beobachten kann, wenn man frisch gepressten Saft einige Zeit an der Luft stehen lässt. Die Schleimbildung kann dann so beträchtlich werden, dass der ganze Saft zu einer gallertartigen Masse gesteht. Um dem vorzubeugen, ist es unbedingt erforderlich, den Saft so rasch wie irgend möglich zu verarbeiten, namentlich aber die grösste Sauberkeit überall herrschen zu lassen. Jedesmal wenn irgend ein Apparat auch nur für kurze Zeit ausser Thätigkeit gesetzt wird, sollte eine gründliche Abspühlung mit Wasser vorgenommen werden, da stehender Saft nicht allein selbst jene Veränderungen erleidet, sondern eine wahre Brutstätte für Fermente aller Art wird. Aus diesem Grunde müssen auch die Presstücher nach ganz kurzem Gebrauche sehr gründlich gereinigt werden. Je nach der Beschaffenheit des Saftes bemerkt man wie die Presstücher nach einigen Stunden schleimig werden, beim Pressen den Saft nicht mehr leicht und rasch abfliessen lassen; sie müssen dann sofort durch neue ersetzt und durch Waschen gründlich gereinigt werden.

Die Presstücher sind äusserst starker Abnutzung unterworfen und bilden so eine Schattenseite des Verfahrens. Man hat desshalb verschiedentlich versucht Apparate zu construiren, welche den Gebrauch der Presstücher unnöthig machen, z. B. man hat den Brei zwischen zwei endlose Gewebe von Draht gebracht und diese durch Walzen zusammengepresst. Diese Apparate haben sich jedoch bis jetzt in der Praxis nicht bewährt.

Der von der Presse kommende Saft ist nicht ganz klar, sondern enthält mehr oder weniger Markfasern, welche durch den starken Druck durch die Poren der Presstücher getrieben werden. Früher nahm man hierauf keine Rücksicht, seitdem man aber weiss, dass die Pectinstoffe bei der Behandlung mit Kalk in Metapectinsäure übergeführt werden (S. 231) und dadurch die Krystallisation des Zuckers beeinträchtigen, entfernt man diese Fasern durch Filtration des Saftes. Es dienen dazu meistens lange, nicht zu weite leinene Schläuche, welche frei aufgehängt sind. Der oben hineingegossene Saft fliesst vollständig klar ab, die Fasern bleiben in den Schläuchen zurück und werden von Zeit zu Zeit entleert.

8. Scheidung des Saftes.

Die Scheidung, Läuterung, Defecation des Saftes bezweckt die Beseitigung aller durch Erwärmen gerinnenden und durch Kalk fällbaren Bestandtheile des Saftes. Der Kalk verbindet sich dabei mit den freien Säuren, wenn solche im Safte enthalten sind, sättigt die sauren Salze,

verbindet sich mit Gummi, Eiweiss, Caseïn und bildet damit unlösliche Niederschläge, er zersetzt das Fett zu unlöslichen Kalkseifen, fällt den Farbstoff. Von den anorganischen Basen wird die Magnesia, Eisenoxyd, ferner von den Säuren die Phosphorsäure in unlöslicher Form abgeschieden. Die Salze der organischen Säuren werden dabei zersetzt, die Basen, Ammoniak, Kali, Natron, mit denen sie verbunden waren, werden in Freiheit gesetzt, der Ueberschuss von Kalk verbindet sich mit dem Zucker zu Zuckerkalk. Enthält der Saft Traubenzucker oder Fruchtzucker, so verbinden diese sich ebenfalls mit dem Kalk, werden aber rasch zersetzt (S. 133) in Producte, die den Saft je nach ihrer Menge gelb oder braun färben. Der Kalk wirkt daher auf die verschiedensten Bestandtheile des Saftes und man würde zu einer fast vollständigen Beseitigung des Nichtzuckers kommen, wenn die sämmtlichen Reactionen auf diese einfache glatte Weise verliefen. Verschiedene secundäre Processe verhindern es aber, dass die Reinigung des Saftes eine so vollständige sei, wie man es nach den Eigenschaften der Stoffe, mit denen man es zu thun hat, erwarten sollte. Die Eiweissstoffe des Saftes werden durch die Einwirkung der frei werdenden Alkalien so verändert, dass ein Theil derselben gelöst bleibt und dann nicht zu beseitigen ist; Kalksalze, die in reinem Wasser gänzlich unlöslich sind, sind in zuckerhaltigen Flüssigkeiten weit leichter löslich; die frei werdenden Alkalien setzen sich zum Theil mit den Kalksalzen der organischen Säuren wieder um, unter Rückbildung derselben Salze, welche durch den Kalk zersetzt worden waren. Die weiteren Operationen müssen dann diese Stoffe entfernen.

Die Scheidung selbst wird auf die verschiedenste Weise ausgeführt, bei dem älteren, noch am meisten verbreiteten Verfahren verfährt man folgendermaassen:

Der klare Saft kommt in die Scheidepfanne, welche am zweckmässigsten so gestellt ist, dass der Saft von den Pressen, resp. vom Filter durch freies Gefälle in offenen Rinnen dahin fliessen kann. Ist dies nicht thunlich, so bringt man auch die Scheidepfanne in das oberste Stockwerk der Fabrik, so dass dann der Saft von dort nach allen übrigen Stationen fliessen kann. Zum Heben des Saftes, welches unter allen Umständen entweder hier oder an einem anderen Orte vorgenommen werden muss, bedient man sich allgemein des sog. Montejus. Es ist dies ein geschlossener cylindrischer eiserner Behälter, in dessen oberen Theil zwei durch Hähne absperrbare Röhren einmünden. Die eine davon dient dazu, den Behälter mit Saft zu füllen, die andere an der höchsten Stelle des kugelförmig überwölbten Deckels mündend, steht in directer Communication mit dem Dampfraum des Dampfkessels. Ein drittes Rohr tritt durch den Boden und ist an demselben mit seinem

hier befindlichen Ende dicht verbunden, dieses Rohr dient zur Ableitung des Saftes und endet unmittelbar über der Scheidepfanne oder dem Gefäss, in welches man den Saft bringen will. Ist bei geschlossenem Dampfrohre der Montejus mit Saft gefüllt, so wird das Saftrohr gesperrt, der Hahn des Dampfrohrs aber geöffnet. Der einströmende Dampf drückt mit der ganzen Spannkraft auf die Oberfläche des Saftes und treibt diesen daher durch das am Boden endende offene Steigrohr in das zu seiner Aufnahme bestimmte Gefäss, die Scheidepfanne oder wohin man ihn transportiren will. Nach Entleerung des Montejus wird der Dampfhahn geschlossen, der Safthahn geöffnet u. s. f.

Die Scheidepfanne ist ein runder, aus Kupfer gefertigter Kessel, dessen Boden gewölbt, meist halbkugelförmig ist. Der Boden ist mit einem durch einen Mantel gebildeten Hohlraum umgeben, welcher durch ein Rohr mit Dampf gefüllt werden kann und zur Erhitzung der Flüssigkeit dient. Ein zweites Rohr leitet das sich condensirende Wasser und überflüssigen Dampf ab. Zur Erhitzung bedient man sich entweder des aus dem Dampfkessel unmittelbar kommenden Dampfes, directer Dampf, oder vortheilhafter des Dampfes, welcher schon dazu gedient hat die Maschine zu treiben, Retourdampf. Unter allen Umständen muss der Mantel stark genug sein, um Dampf von höherer Spannung aufzunehmen, da die Flüssigkeit in der Pfanne zum Kochen zu bringen ist und es muss durch Einschaltung von Regulatoren, Dampftöpfen, Automaten dafür gesorgt sein, dass die Spannung des Dampfes im Mantel erhalten werden kann.

Sobald die Pfanne mit Saft gefüllt ist, lässt man den Dampf in den Mantel eintreten und erwärmt so rasch wie möglich bis zu 80° C. Der erste hierdurch bewirkte Effect ist die Gewinnung des Eiweisses, welche bei einer Temperatur von 65° C. erfolgt. Zeigt das Thermometer 80 bis höchstens 85° C., so vermindert man die Zuströmung des Dampfes, um die weitere Steigerung der Temperatur nur ganz allmälig vor sich gehen zu lassen. Zugleich giebt man Kalk, mit Wasser zu dünnem Brei gelöscht, hinzu und rührt diese Flüssigkeit mit dem Safte einmal kräftig durch, um beide zu vermischen.

Sobald der Kalk mit dem Safte in Berührung kommt, entsteht eine massenhafte Ausscheidung eines flockigen Niederschlages. Indem man nun langsam die Temperatur steigert, sammelt sich dieser Niederschlag mehr und mehr, sinkt aber nicht zu Boden, sondern lagert sich in Form einer immer dichter werdenden Schlammschicht an der Oberfläche der Flüssigkeit, wonach man dieses Verfahren auch als die Scheidung nach oben bezeichnet. Sobald die Flüssigkeit zum Sieden kommt, lässt man sie einmal aufwallen und sperrt dann sofort den

Dampf ab. War die Scheidung richtig vollzogen, so ist dann der ganze Schlamm an der Oberfläche, darunter eine völlig klare Flüssigkeit, der Schlamm hat fast allen Farbstoff aufgenommen, der vorher schwärzliche Saft ist nun hellgelb. Bleibt die Flüssigkeit nach dem Aufwallen getrübt, sondert sich der Saft nicht von dem Schlamm, so ist dies ein Beweis, dass zu wenig Kalk angewandt war, bei der nächsten Scheidung muss dann der Kalkzusatz verstärkt werden.

Es erübrigt nun noch, die klare Flüssigkeit unter dem Schlamme wegzunehmen, beide von einander zu trennen. Man hat dazu an der Scheidepfanne zwei verschiedene Vorrichtungen angebracht. Die eine besteht darin, dass man vom tiefsten Punkte des Bodens einen Rohrstutzen durch diesen und den Mantel hindurchführt. Derselbe ist während der Scheidung mit einem Ventil verschlossen und wird nach beendigter Scheidung vorsichtig geöffnet. Man lässt die Flüssigkeit so lange ablaufen, wie sie klar fliesst, sobald die Trübe des Schlammes kommt, sperrt man das Ventil ab, bringt den Abfluss mit einer anderen Leitung in Verbindung, welche den Schlamm aufnimmt, um ihn zu den Filterpressen zu führen, in welchen er vollständig entsaftet wird. Die Filterpressen werden wir später beschreiben.

Die andere Vorrichtung zur Trennung des Saftes vom Schlamme besteht in einem Heber, welcher unter dem Niveau der Flüssigkeit durch die Wand der Pfanne geht und mit seinem kürzeren Schenkel am Boden mündet. Der mit einem Hahnen verschlossene längere Schenkel mündet ausserhalb der Pfanne über einem Trichter der Saftleitung. Da der höchste Punkt des Hebers unter dem Niveau der Flüssigkeit liegt, so braucht man nur den Hahn des längeren Schenkels zu öffnen, um den Heber in Thätigkeit zu setzen. Man lässt die klare Flüssigkeit ablaufen, schliesst den Heber und muss dann den Schlamm ausschöpfen, weil derselbe nicht flüssig genug ist, um sich mit dem Heber abziehen zu lassen.

Ueber die Quantität von Kalk, welche zur Scheidung erforderlich ist, sind bestimmte Angaben nicht zu machen, weil je unter verschiedenen Umständen die Menge der durch den Kalk zu entfernenden Bestandtheile der Rüben sehr verschieden gross ist. Die eine Rübensorte enthält mehr Nichtzucker als die andere, eine gut conservirte weniger als eine in den Mieten angefaulte, dieselbe Sorte kurz nach der Ernte weniger als im Frühjahr. Alle diese Momente wirken auf den Kalkverbrauch ein, man muss sich daher gänzlich auf die Beobachtung des Verhaltens des Saftes verlassen und hat so viel Kalk unter allen Umständen zuzusetzen, bis der Saft beim Kochen sich klärt und nicht mehr dunkel gefärbt erscheint. Im Allgemeinen kann man jedoch an-

nehmen, dass auf 100 Gew.-Th. Rüben $^1/_2$—$^3/_4$ Gew.-Th. Kalk erforderlich sei, innerhalb dieser Grenzen wird gewöhnlich der Verbrauch schwanken.

Der geschiedene Saft ist stark alkalisch, durch die in Freiheit gesetzten Basen, Kali, Natron, Ammoniak, letzteres beim Sieden entweichend, und durch die Bildung von Zuckerkalk. Da der Kalk in heissen Zuckerlösungen schwer löslich ist, so kann die Bildung dieser Verbindung selbst bei einem grossen Ueberschuss von Kalk, welchen man bei diesem Verfahren der Scheidung aber vermeidet, niemals eine gewisse Grenze überschreiten. Die Alkalinität des normal geschiedenen Saftes entspricht durchschnittlich einem Gehalt von ca. 0,2 Proc. Kalk.

Die alkalische Beschaffenheit des Saftes ist für seine Erhaltung von grosser Bedeutung, Gährungserscheinungen, Schleimbildung tritt nur im sauren oder neutralen Safte ein, sobald der Saft alkalisch ist, ist er vor diesen Veränderungen bewahrt und bleibt es so lange er alkalisch bleibt. Aus diesem Grunde befreit man auch den Saft bei den späteren Operationen niemals vollständig von gelöstem Zuckerkalk.

9. Saturation.

Wenngleich ein gewisses Quantum von Zuckerkalk im Safte für die Erhaltung desselben erforderlich ist, so ist doch die Menge, welche er nach der Scheidung enthält, zu beträchtlich, als dass man sie ohne Nachtheile darin lassen könnte. Es würde allerdings der Kalk bei der später folgenden Filtration durch Knochenkohle durch die absorbirende Wirkung der Kohle beseitigt werden, dieses geschieht aber auf Kosten der Qualität der Kohle, indem eine mit Kalk beladene Kohle nicht mehr befähigt ist, noch andere Stoffe, zu deren Beseitigung sie bestimmt ist, aufzunehmen. Da der Zuckerkalk mit Leichtigkeit durch Kohlensäure zersetzt wird, so bedient man sich jetzt ganz allgemein der Kohlensäure, um damit den Saft zu sättigen.

Der dazu dienende Apparat ist von Kindler eingeführt, es ist ein mehr hoher als weiter eiserner Cylinder (in manchen Fabriken findet man statt dessen hölzerne Bottiche), an dessen Wandungen eine spiralförmig gewundene Dampfröhre liegt, um den Saft erhitzen zu können, am Boden ist ein zweites Rohr, durch welches die Kohlensäure einströmt. Dieses letztere ist ringförmig gebogen und an seiner ganzen Oberfläche mit kleinen Löchern, durch welche die Kohlensäure ausströmt, durchbohrt. Zur Ableitung der massenhaft hier austretenden Wasserdämpfe ist der Saturateur oben durch einen trichterförmigen Aufsatz, welcher sich in ein oberhalb des Daches endigendes Rohr verlängert,

verschlossen. Zur Beobachtung des Saftes ist in dem Aufsatz eine Klappe angebracht, durch die man leicht zu dem Safte gelangen kann.

Da die Kohlensäure nicht allein den Zuckerkalk, sondern auch verschiedene durch den Kalk aus dem Safte gefällte Nichtzuckerbestandtheile zersetzt, so hat man dafür zu sorgen, dass nur möglichst klarer Saft zur Saturation kommt, dass also der Schlamm vollständig in der Scheidepfanne zurückbleibt; aus diesem Grunde sammelt man die zuerst und zuletzt abfliessenden Portionen des Saftes, welche immer etwas Schlamm führen, für sich und giebt sie zu der Hauptmasse des Schlammes, um sie erst nach einer Filtration zur Saturation kommen zu lassen.

Ist der Saturateur mit dem heissen Scheidesafte gefüllt, so lässt man Dampf in die Heizschlange eintreten und erhitzt zum vollen Sieden. In den kochenden Saft treibt man dann mittelst einer Druckpumpe die Kohlensäure ein. Die siedende Flüssigkeit neigt dabei sehr zur Schaumbildung und würde theilweis verloren gehen, wenn man diesen Schaum nicht beseitigte. Es geschieht das durch Zugabe einer geringen Menge von Fett, Talg, Butter, oder Paraffin, diese lagern sich im geschmolzenen Zustande als eine dünne Schicht über der Flüssigkeit und bewirken ein Zerplatzen der Dampfblasen.

Beim ersten Einströmen der Kohlensäure entsteht eine milchige Trübung des Saftes von sich ausscheidendem kohlensaurem Kalke. Nach einiger Zeit geht der Niederschlag zu grossen Flocken zusammen, die sich rasch zu Boden setzen. Man beobachtet die Flüssigkeit während der Saturation, indem man von Zeit zu Zeit eine Probe mit einem kleinen eisernen Löffel herausnimmt. Das Aussehen der Flüssigkeit zeigt dabei den Verlauf der Saturation. Solange der Niederschlag noch als feine Trübung suspendirt ist, ist noch nicht genügend Kohlensäure zugeleitet; die Sättigung ist genügend sobald die grossen Flocken auftreten und sich rasch auf den Boden des Löffels ablagern und eine klare Flüssigkeit über denselben steht.

Sobald dies geschieht, unterbricht man die Zuleitung der Kohlensäure, lässt die Flüssigkeit noch einmal aufkochen und zieht sie dann sofort in ein Klärgefäss ab, welches unmittelbar unter dem Saturateur steht. Hier lagert sich nach ganz kurzer Zeit der Niederschlag am Boden ab, die Flüssigkeit kommt zur Filtration, der Niederschlag wird zusammen mit dem Scheideschlamm entsaftet.

Der Niederschlag, welcher sich bei der Saturation bildet, ist nicht reiner kohlensaurer Kalk, sondern enthält noch verschiedene andere organische, stickstoffhaltige und stickstofffreie Stoffe. Es findet daher hier eine weitere Reinigung des Saftes statt. Ob diese Präcipitation dadurch erfolgt, dass die Stoffe in Verbindung mit Kalk in Lösung

waren und nach dessen Sättigung im Safte unlöslich werden, oder ob es nur eine Flächenanziehung des kohlensauren Kalkes ist, welche diese Stoffe mechanisch mit niederreisst, ist nicht bekannt.

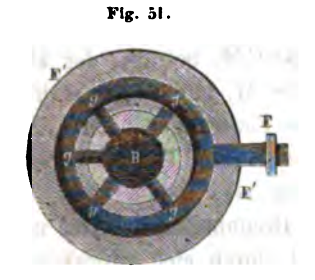
Die Behandlung mit Kohlensäure wird niemals so weit getrieben, dass aller Kalk aus dem Safte entfernt wird, man lässt stets eine geringe Menge desselben zurück, weil man die Beobachtung gemacht hat, dass die spätere Entfärbung durch Knochenkohle weit vollständiger erfolgt, wenn der Saft noch etwas kalkhaltig ist. Kalkfreier Saft lässt sich zwar ebenfalls vollständig entfärben, aber er dunkelt leicht nach. Es scheint daher, dass im Safte noch nach der Scheidung ein Körper enthalten ist, welcher an sich farblos ist, aber durch weitere Veränderungen sich färbt, und dass dieser Körper in Verbindung mit Kalk von der Kohle absorbirt, im freien Zustande aber nicht absorbirt wird.

10. Gewinnung der Kohlensäure.

Die zur Saturation dienende Kohlensäure braucht nicht chemisch rein zu sein, eine Beimengung von indifferenten Gasen bietet keinen andern Nachtheil, als dass man ein umsoviel grösseres Volum anzuwenden hat und dass so verdünnte Kohlensäure etwas schwieriger absorbirt wird, als die ganz reine. Reine Kohlensäure durch Zersetzung von kohlensauren Salzen mit stärkeren Säuren darzustellen, würde weit theurer sein, als die Darstellung und Förderung eines grösseren Volums der mit anderen Gasen gemischten Kohlensäure.

Zur Bereitung des kohlensauren Gases dienen verschiedene Apparate. Sehr verbreitet ist noch der KINDLER'sche Ofen. Derselbe besteht aus einem kleinen Schachtofen, auf dessen Rost ein Feuer entzündet wird, wenn dieses in lebhafter Gluth steht, füllt man nach und nach den ganzen Schacht mit Brennmaterial, gewöhnlich möglichst schwefelfreie Kohks und verschliesst darauf die obere Oeffnung des Schachtes vollständig. Der Luftzug wird durch eine starke Luftpumpe unterhalten, dieselbe saugt die Luft durch den Rost des Schachtes, bringt sie mit dem glühenden Brennmaterial in Berührung, der Sauerstoff der Luft wird in Kohlensäure verwandelt. Die Verbrennungsproducte, Kohlensäure, Stickstoff, Wasserdampf, werden unmittelbar neben der Feuerstelle seitlich abgeleitet, um die gebildete Kohlensäure möglichst wenig lange mit den glühenden Kohks in Berührung zu lassen, weil sonst eine Reduction der Kohlensäure zu Kohlenoxyd und somit eine Erzeugung eines ganz werthlosen Gases und Verlust an Material stattfinden würde. Die heissen Gase werden dann abgekühlt, indem man sie in einen mit Kalksteinen gefüllten und mit Wasserpfannen bedeckten Raum und von diesem in einen mit Wasser gefüllten Behälter saugt. In Be-

Fig. 51.



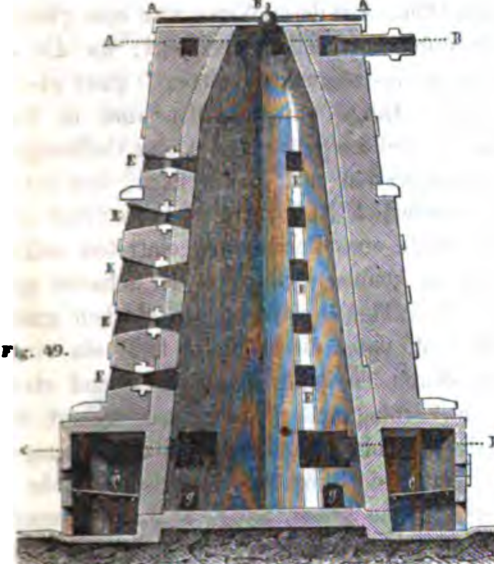


Fig. 49.

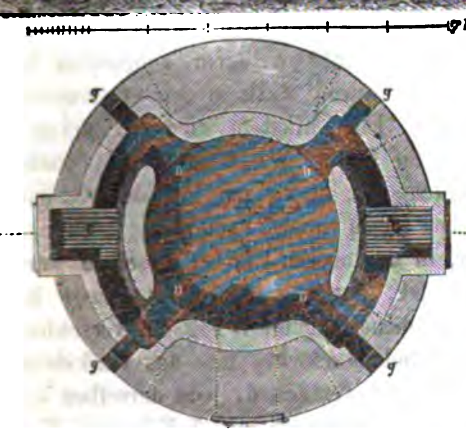


Fig. 50.

rührung mit dem Kalkstein kann die Wärme dazu dienen, einen Theil der Kohlensäure aus dem Kalk auszutreiben, ausserdem wird aber durch den Kalk schweflige Säure, entstanden durch die Verbrennung von den Kohks in grösserer oder geringerer Menge beigemischtem Schwefeleisen, gebunden und die Kohlensäure von dieser befreit. Beim Durchströmen des Wassergefässes wird ausserdem mitgerissener Staub, Flugasche etc. zurückgehalten. Nachdem das Gas dieses Waschgefäss verlassen hat, tritt es in die Saug- und Druckpumpe und wird durch diese entweder in ein Reservoir, Gasometer oder gewöhnlicher unmittelbar in die Saturationsgefässe getrieben.

In vielen Fabriken verbindet man gegenwärtig die Gewinnung der Kohlensäure mit der des Kalkes und benutzt dazu den in Fig. 49 bis 51 dargestellten Ofen.

Fig. 49 ist ein Vertical-Durchschnitt, 50 ein Horizontal-Durchschnitt nach der Linie CD in einer Höhe von 80 C.M. über dem Roste, Fig. 51 ein Horizontal-Durchschnitt nach der Linie AB in der Höhe der Abzugscanäle.

Der Ofen bildet einen kegelförmigen Schacht, dessen grösster Durchmesser, an seiner Sohle 3 Meter 35 C.M. beträgt, der kleinste Durchmesser, oben an der Spitze, ist 90 C.M. lang. Etwas über der Sohle, seitlich vom Schachte, liegen zwei Feuerungen, deren Roste 1 Meter lang und 80 C.M. breit sind, sie sind mit Thüren versehen, mittelst deren der Zug beliebig zu reguliren ist, indem man sie mehr oder weniger öffnet. Die Flamme des Brennmaterials tritt nicht unmittelbar in den Schacht, sondern wird durch eine vorgelegte Feuerbrücke gebrochen, gelangt, wie Fig. 50 es deutlich zeigt, in zwei kurze Züge und entweicht dann erst in den Ofen. Auf diese Weise wird eine gleichmässige Vertheilung der Hitze durch den Schacht erreicht, da die zu den zwei Feuerungen gehörenden 4 Einströmungsöffnungen D ganz gleich weit von einander entfernt sind. Rings um den Ofen sind in fünf Reihen über einander jedesmal in gleicher Höhe drei kleine Oeffnungen angebracht. Sie sind dicht verschliessbar und dienen dazu, den Gang des Ofens beobachten, wenn erforderlich Luft zutreten lassen und den Kalk, wenn an irgend einer Stelle eine Verstopfung eintreten sollte, mit eisernen Stangen losstossen zu können. Oben ist der Schacht und der ganze Ofen mit einer aus drei Theilen bestehenden starken gusseisernen Platte abgedeckt. 50 C.M. unter dieser Platte läuft ein ringförmiger Canal rings um den oberen Theil des Schachtes B und steht durch 5 Füchse mit diesem in Verbindung. Dieser Canal nimmt die sämmtlichen Verbrennungsproducte und die aus dem Kalkstein ausgetriebene Kohlensäure auf und leitet sie durch das gusseiserne Rohr F fort. Der Zug im Ofen wird durch eine grosse Saug- und Druckpumpe bewirkt, dieselbe saugt zuerst die Luft, dann die Verbrennungsproducte und die Kohlensäure an und fördert sie schliesslich weiter.

Dieser Ofen liefert in 24 Stunden 6000 Kilogrm. gebrannten Kalk, wozu 10714 Kilogrm. reiner kohlensaurer Kalk in der entsprechenden Menge Kalkstein erforderlich sind. Der Kalkstein wird zu Stücken von durchschnittlich ein Cubikdecimeter Grösse zerschlagen und, nachdem der Ofen einmal in Gang gebracht ist, in kleinen Portionen stündlich eingefüllt. Zur Beschickung des Ofens dienen drei runde Löcher, von je 20 Centimeter Durchmesser, in der oberen Platte; dieselben werden, sobald der Kalk eingeschüttet ist, durch entsprechend grosse hohle eiserne, mit einem Handgriff versehene Kugeln, B Fig. 49, verschlossen. Die drei Löcher werden abwechselnd beschickt, um den Kalkstein so gleichförmig wie möglich im Ofen zu vertheilen; jede derselben erhält stündlich ca. 150 Kilo Kalkstein, vermischt mit 7 Kilogrm. Kohks. Ausserdem werden in 24 Stunden 1500 Kilo Kohks in den beiden Feuerungen, im Ganzen also pro 24 Stunden 2000 Kilo verbrannt. Die

6000 Kilo reiner Kalk sind im Kalkstein mit 4714 Kilo Kohlensäure verbunden, die 2000 Kilo Kohks, wenn man dieselben als reinen Kohlenstoff betrachtet, würden 7333 Kilogrm. Kohlensäure bei der Verbrennung liefern. Die theoretische Leistungsfähigkeit der Ofens würde daher rund 12000 Kilogrm. Kohlensäure in 24 Stunden sein; dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass weder der Kalkstein chemisch reiner kohlensaurer Kalk, noch Kohks reiner Kohlenstoff ist, und dass Verluste unvermeidlich sind, die wirklich erzielte Ausbeute wird daher hinter der berechneten nicht ganz unerheblich zurückbleiben.

Der gebrannte Kalk wird durch die an der Sohle des Ofens befindlichen, durch eiserne Thüren verschliessbare Oeffnungen g g aus dem Ofen gezogen.

Die durch die Pumpe aus dem Ofen gesogene Kohlensäure wird abgekühlt, indem sie ein weites eisernes Rohr passirt, welches sie von der Spitze des Ofens zu dem am Fusse desselben, oder in einiger Entfernung stehenden Waschapparat leitet. Dieser ist in Fig. 52 dargestellt und besteht aus einem gusseisernen Cylinder von 1 Meter 60 C.M. Durchmesser und 2 Meter 40 C.M. Höhe. Der innere Raum des Cylinders ist durch drei siebartig durchlöcherte Scheiben bc, de, fg in 4 Räume LMNO getheilt. K ist das Rohr, welches die Kohlensäure vom Ofen ableitet, es ist bei seinem Eintritt in den Waschapparat rechtwinklig gebogen und an seinem Ende geschlossen. Die untere Hälfte des im Waschapparat liegenden Theiles des Rohrs ist durch zahlreiche Löcher durchbohrt, deren Weite dem Durchmesser des Rohres mindestens gleich ist. Die Kohlensäure tritt durch diese Löcher aus, geht durch die Durchbohrungen der drei Siebplatten und passirt zugleich durch Wasserschichten, welche sich auf diesen Platten befinden. Die Durchbohrungen dieser Platten haben jeder einen Durchmesser von 1 C.M. und sind in solcher Zahl angebracht, dass die Summe der Lochweiten der Weite des Zuführungsrohres gleich, oder um ein Geringes



Fig. 52.

grösser ist. Das Waschwasser fliesst durch ein kleines Rohr, bei dem Buchstaben b der Zeichnung in eine Schale, die auf der obersten Platte steht, fliesst hier über und bedeckt die Scheibe. Das Wasser kann wegen des Gasdruckes nicht durch die Löcher der Scheibe abfliessen, sondern bleibt auf derselben stehen, bis es die Höhe des über die Scheibe hervorragenden weiten Abflussrohres erreicht hat, während die Gasblasen hindurchstreichen. Das neu hinzukommende Wasser fällt durch das Abflussrohr in eine ähnliche Schale auf der zweiten Scheibe, beim Ueberfliessen bedeckt es auch diese. gelangt durch ein zweites Abflussrohr auf die dritte Scheibe, von dieser in den untersten Raum und sammelt sich hier bis es die Oeffnungen des Zuleitungsrohres bedeckt. Hier wird es durch das gebogene Rohr H auf einem constanten Niveau erhalten und fliesst endlich durch dasselbe ab.

Das Gas und das Wasser gehen daher in entgegengesetzter Richtung, das unten eintretende Gas ist gezwungen, sich seinen Weg durch die vier Wasserschichten zu bahnen, es kann auf keine andere Weise entweichen, weil die Abflussröhren unten durch den Wasserverschluss der Schalen abgesperrt sind. Das Wasser kommt dem Gase von oben entgegen und bewirkt so, indem dasselbe Wasser viermal benutzt wird. eine systematische Abkühlung und Reinigung mit Aufwand von möglichst wenig Material. Oben angekommen wird das Gas durch die Pumpe durch das Rohr OP einem trocknen Reiniger und dann den Saturateurs zugeführt.

Die Figuren 53, 54 und 55 geben eine Zusammenstellung der sämmtlichen zur Gewinnung und Verwendung dienenden Apparate.

Fig. 53 stellt den beschriebenen Kalkofen dar. Auf der Platte A wird der Kalkstein mit den Kohks in den angegebenen Verhältnissen gemischt. Die stündliche Beschickung erfolgt durch die drei mit den Kugeln B verschlossenen Oeffnungen der Platte. Der gebrannte Kalk wird stündlich durch die unten befindlichen Oeffnungen g g gezogen. Die Kohlensäure tritt an der Spitze des Ofens in den ringförmigen Canal und wird durch das Rohr F F′ in den ersten Waschapparat geleitet, entweicht durch die Löcher der Fortsetzung des Rohres bei h, durchstreicht nacheinander die Räume L M N O, indem es durch die Löcher der Platten geht, wird in dem durch das Rohr b′ zufliessenden Wasser gewaschen.

Durch das Rohr Q entweicht das gewaschene Gas in den trocknen Reiniger R, welcher zweckmässig mit groben Kalksteinstücken gefüllt ist, und setzt hier mitfortgerissenes Wasser ab, das durch das gebogene Rohr R′ abgeleitet wird. S ist die liegende Luftpumpe, sie saugt das Gas bis hierher und drückt es dann durch das Rohr T in den Recipienten U.

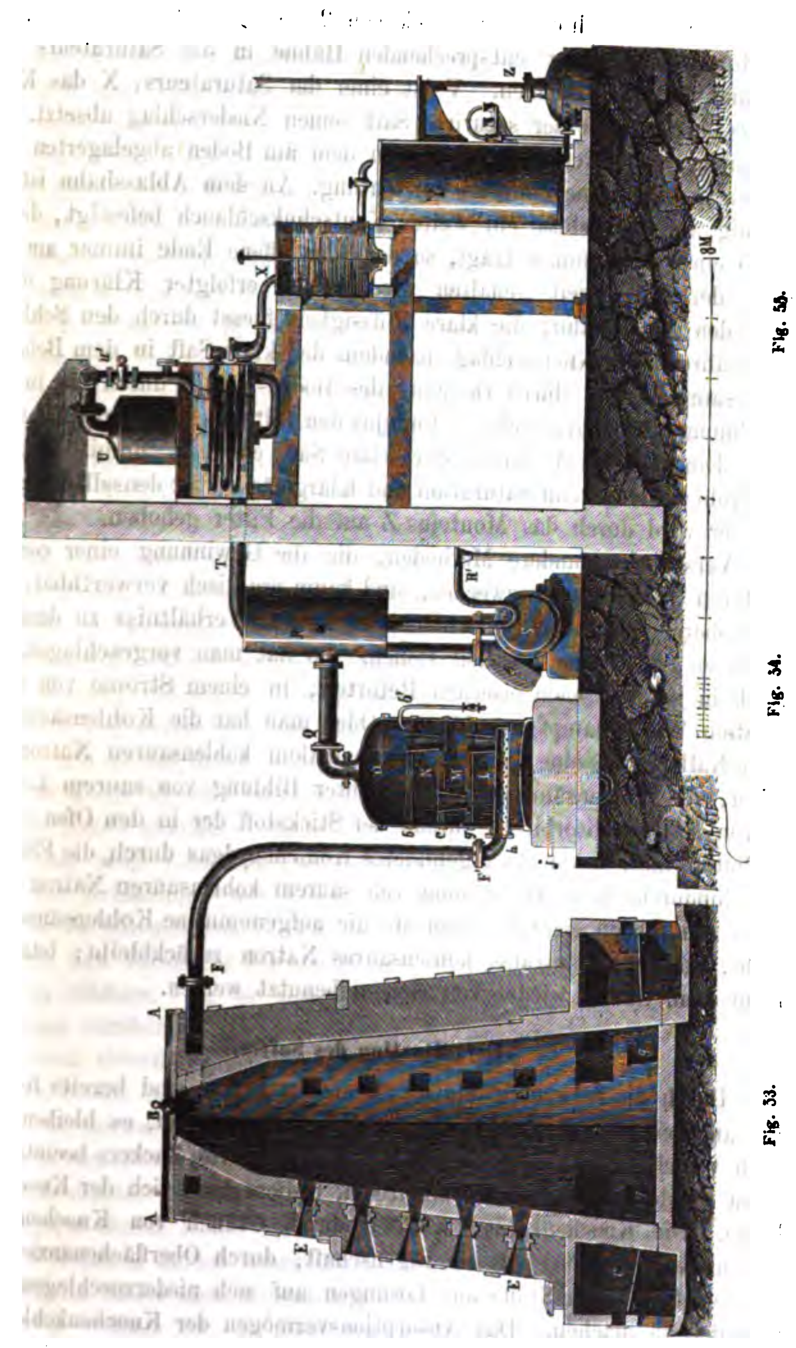


Fig. 33. Fig. 34. Fig. 35.

in welchem man ihm einen Druck von 2—3 Meter Wasser giebt, um es durch Oeffnen der entsprechenden Hähne in die Saturateurs einströmen lassen zu können. V ist einer der Saturateurs, X das Klärgefäss, in welchem der saturirte Saft seinen Niederschlag absetzt. Zur Trennung der klaren Flüssigkeit von dem am Boden abgelagerten Niederschlag dient eine einfache Vorrichtung. An dem Ablasshahn ist inwendig im Klärgefäss ein weiter Kautschukschlauch befestigt, dessen Ende einen Schwimmer trägt, so dass das offene Ende immer am Niveau der Flüssigkeit gehalten wird. Nach erfolgter Klärung öffnet man den Ablasshahn, die klare Flüssigkeit fliesst durch den Schlauch ab, während der Niederschlag, nachdem der klare Saft in dem Behälter Y gesammelt ist, durch Oeffnung des Boden-Ventils durch ein in der Zeichnung nicht dargestelltes Montejus den Filterpressen zugeführt wird. Aus dem Behälter Y fliesst der klare Saft entweder unmittelbar auf die Kohlenfilter, wenn Saturation und Klärgefässe über denselben stehen, oder er wird durch das Montejus Z auf die Filter gehoben.

Verschiedene andere Methoden, die die Gewinnung einer concentrirteren Kohlensäure bezwecken, sind kaum praktisch verwerthbar, weil die höheren Kosten der Gewinnung in keinem Verhältniss zu dem dadurch zu erzielenden Vortheil stehen. So hat man vorgeschlagen, den Kalk in geschlossenen eisernen Retorten, in einem Strome von überhitztem Wasserdampf zu glühen. Oder man hat die Kohlensäure aus dem Kalkofen in eine Lösung von neutralem kohlensauren Natron geleitet, die Kohlensäure wird hier unter Bildung von saurem kohlensauren Natron absorbirt, während der Stickstoff der in den Ofen eingeströmten Luft, sowie etwa gebildetes Kohlenoxydgas durch die Flüssigkeit hindurchgehen. Die Lösung von saurem kohlensauren Natron wird dann zum Sieden erhitzt, wobei sie die aufgenommene Kohlensäure abgiebt, während neutrales kohlensaures Natron zurückbleibt; letzteres kann dann immer wieder von Neuem benutzt werden.

11. Filtration des Saftes.

Durch die Scheidung und durch die Saturation sind bereits fremde Bestandtheile in grosser Menge aus dem Safte entfernt, es bleiben aber noch verschiedene zurück, die die Krystallisation des Zuckers beeinträchtigen würden. Um diese zu beseitigen, bedient man sich der Knochenkohle. Die Knochenkohle, erhalten durch Glühen von Knochen bei Abschluss der Luft, hat die Eigenschaft, durch Oberflächenanziehung die verschiedensten Stoffe aus Lösungen auf sich niederzuschlagen und unlöslich zu machen. Das Absorptionsvermögen der Knochenkohle für Farbstoffe ist seit langer Zeit bekannt, es beschränkt sich aber die

Eigenschaft der Kohle nicht auf die Farbstoffe des Saftes, sondern sie geht viel weiter. Die Kohle absorbirt verschiedene organische Substanzen, Salze der organischen Säuren, z. B. citronensauren Kalk, der nach Untersuchungen von KUNZE und REICHARDT vollständig seinen Lösungen entzogen wird, wenn man sie durch Knochenkohle filtrirt, bernsteinsaurer Kalk u. A.; ferner anorganische Stoffe, Salze der Alkalien und alkalischen Erden, schwefelsauren Kalk, freie Alkalien, Aetzkalk; endlich bewirkt sie Umsetzungen der verschiedensten Art. Filtrirt man z. B. nach KUNZE und REICHARDT Chlorcalcium durch Knochenkohle, so werden 26 Proc. des in der Lösung befindlichen Salzes absorbirt, aus Lösungen von citronensaurem Natron 35 Proc.; lässt man aber eine Lösung, welche citronensaures Natron und Chlorcalcium enthält, auf gleiche Weise filtriren, so wird von der Citronensäure 98 Proc., vom Kalk 65 Proc., vom Chlor 8 Proc., vom Natrium 3,4 Proc. absorbirt. Es zersetzt sich daher offenbar unter der Mitwirkung der Kohle citronensaures Natron und Chlorcalcium in citronensauren Kalk und Chlornatrium, der erstere ist in hohem Grade, das letztere nur in sehr geringem Maasse absorbirbar. Das Absorptionsvermögen der Kohle für den Kalk ist so hoch, dass man in früherer Zeit, ehe das Verfahren der Saturation bekannt war, die gänzliche Entkalkung des Saftes durch Kohle bewirkte. Natürlich war dazu, da das Absorptionsvermögen der Kohle ein begrenztes ist, ein sehr grosser Aufwand von Kohle erforderlich, und es ist daher ein grosser Gewinn für die Fabrikation, dass man der Kohle diesen Theil der Arbeit auf leichtere und weniger kostspielige Weise abnehmen kann.

Unter allen Umständen wird der Gehalt an Nichtzucker im Safte durch die Behandlung mit Kohle beträchtlich verringert und ein günstigeres Verhältniss von Zucker und Nichtzucker hergestellt.

Auf den Effect der Filtration ist die Beschaffenheit der Kohle von grossem Einfluss. Da es sich bei der Absorption um eine Flächenanziehung handelt, so wird die Kohle am energischsten wirken, welche die grösste Oberfläche besitzt, mit anderen Worten am meisten porös ist. Am besten ist eine aus harten Knochen dargestellte, mattschwarze Kohle, zu schwach gebrannte, braune Kohle ist werthlos, kann sogar die Säfte verschlechtern, glänzend schwarze Kohle, sog. Glanzkohle taugt ebenfalls nichts, weil sie wenig porös ist, ihre Poren sind durch darin abgelagerte dichte Kohle verstopft.

In früheren Zeiten verwandte man die Kohle in Form eines feinen Pulvers, da dieses aber schwer und nicht ohne Verlust von dem Safte wieder zu trennen ist, so giebt man jetzt der Kohle ausnahmslos die Form von Körnern, etwa von Bohnengrösse. Die Knochen werden zu

dem Behufe im rohen Zustande durch eigene Maschinen zerbrochen und dann erst gebrannt. Durch diese gekörnte Kohle fliesst der Saft mit grösster Leichtigkeit hindurch und ist nachher vollkommen klar und blank, während die Kohlen in den Filtrationsapparaten zurückbleiben.

Eine ältere Construction des Filters ist Fig. 1 und 2, Tafel XXXI dargestellt. Es ist ein eiserner Cylinder, bei b b mit einem siebförmig durchlöcherten falschen Boden versehen, der mit einem Leinen bedeckt ist. Der Raum zwischen b und c ist gänzlich mit gekörnter Kohle gefüllt, bei c liegt ein ebenfalls mit Zeug bespannter durchlöcherter Deckel, der dazu bestimmt ist, die Kohle in ihrer Lage zu erhalten. Der Zuckersaft fliesst aus dem Reservoir d' durch den mit einem Schwimmer e versehenen Hahn d auf das Filter. Der Schwimmer erhält stets das Niveau der Flüssigkeit auf gleicher Höhe, so bald es steigt, steigt der Schwimmer mit und verschliesst den Hahn durch einen Hebel, dessen Ende den Schwimmer trägt, während das andere Ende am Hahn befestigt ist; umgekehrt wird auch bei einem Sinken des Niveaus der Schwimmer mitsinken, dadurch den Zuflusshahn weiter öffnen und so sofort das richtige Niveau wiederherstellen. Am Fusse des Cylinders leitet ein Hahn den filtrirten Saft ab. Ein grosses Mannloch über dem falschen Boden dient zur Entleerung der Kohle, wenn diese abgenutzt ist.

Die neueren Filter unterscheiden sich von diesen dadurch, dass sie immer ganz geschlossen sind. Man stellt stets mehrere derselben neben einander und verbindet sie sämmtlich so durch Rohrleitungen, dass sie entweder einzeln jeden zu filtrirenden Saft aufnehmen oder gemeinschaftlich arbeiten können, derart, dass der durch das erste Filter geflossene Saft noch einmal durch das zweite und die folgenden passirt werden kann. Die so unter sich verbundenen Filter bezeichnet man als die Filterbatterie.

Ein zu einer Batterie gehörendes Filter ist in Fig. 56 dargestellt. Es ist ein oben und unten geschlossener eiserner Cylinder A von 60 C.M. Durchmesser und 3—5 Meter Höhe. Dicht über dem Boden liegt eine eiserne Siebplatte B, mit Zeug bedeckt, auf diese wird die Kohle geschüttet und zwar in solcher Quantität, dass der Cylinder fast gänzlich davon erfüllt wird. Das Mannloch H dient zum Einfüllen der Kohle, das zweite Mannloch F zum Entleeren der abgenutzten; beide sind während des Betriebes durch Bügelschrauben dicht verschlossen. Die zu filtrirenden Flüssigkeiten werden durch das Standrohr R zugeleitet. Dieses Standrohr ist mit vier horizontal liegenden, vor der ganzen Filterbatterie entlang laufenden Röhrenleitungen I J K L verbunden, wie Fig. 57 deutlicher zeigt. Soll z. B. das erste Filter in Thätigkeit gesetzt werden und ist es bestimmt, die durch die Röhrenleitung J zugeführte Flüssigkeit zu filtriren, so werden die Hähne I K L

geschlossen, J geöffnet, wodurch die Flüssigkeit in das Standrohr R tritt und in das Filter fliesst; während derselben Zeit soll das zweite Filter mit Flüssigkeit aus L beschickt werden, es werden die Hähne I J K geschlossen und L geöffnet. Die hier oben zugeleitete Flüssigkeit durchdringt die Kohlenschicht, unten angekommen, tritt sie in das vertikale, oben gebogene Rohr C D und wird mittelst eines Schlauches in eine der vier Rinnen m n o p geleitet, in denen sie ihrer weiteren Bestimmung zufliesst. Der Hahn E dient zur völligen Entleerung der Flüssigkeit.

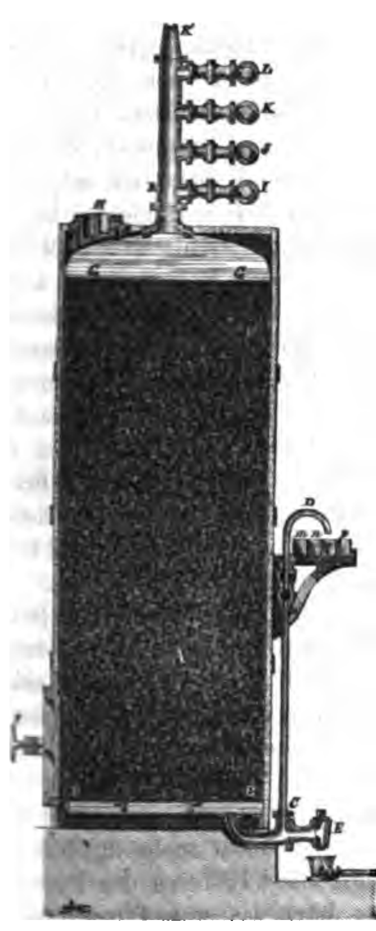


Fig. 56.

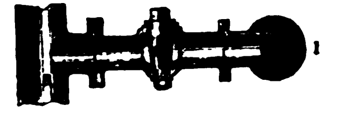


Fig. 57.

Sollen zwei Filter gemeinschaftlich arbeiten, so ist eine etwas andere, jetzt allgemein eingeführte Einrichtung erforderlich. Das vertikale Rohr C D steigt bis über den Kopf des Filters hinauf und gabelt sich hier in zwei, jede durch einen Hahn verschliessbare Röhren. Die eine derselben gestattet dem Safte unmittelbaren Abfluss in die Rinnen, welche dann natürlich ebenfalls höher liegen, die andere Röhre biegt oben seitwärts ab und mündet in dem Standrohr des nächsten Filters, verbindet so das erste mit dem zweiten. Auf gleiche Weise ist das zweite mit dem dritten, dieses mit dem vierten, das letzte Filter wieder mit dem ersten verbunden. Lässt man nun z. B. in das erste Filter Saft einfliessen, schliesst man den Hahn des Abflussrohrs, öffnet dagegen den des Rohres, welches die Verbindung des ersten Filters mit dem Standrohr des zweiten herstellt, so muss nothwendiger Weise der Saft vom ersten Filter, nachdem er dieses passirt hat, auf das zweite übersteigen, um hier zum zweiten Male filtrirt zu werden. So könnte man, wenn man wollte,

denselben Saft successive über alle Filter treiben, man begnügt sich aber damit, immer zwei Filter gemeinschaftlich arbeiten zu lassen.

Beim Füllen des Filters bringt man durch das geöffnete Mannloch F den mit Leinen bespannten Siebboden in seine richtige Lage und breitet über diesem recht gleichmässig eine Schicht möglichst grober Kohle aus. Das untere Mannloch wird darauf geschlossen und der Cylinder durch Oeffnen des Hahnes L der Wasserleitung etwa zur Hälfte mit Wasser gefüllt. Diese Zuleitung des Wassers bezweckt, dass die durch das obere Mannloch dann eingeschütteten Kohlen sich möglichst gleichförmig absetzen und überall in gleich dichten Schichten liegen. Man füllt den Cylinder bis G mit Kohlen an, verschliesst das Mannloch H, öffnet einen an der Spitze des Standrohres R befindlichen Lufthahn und lässt das Wasser durch Oeffnen des Hahnes E abfliessen. Darauf verschliesst man den Lufthahn und öffnet den Hahn K der Dampfleitung. Der Dampf treibt den Rest des Wassers aus den Kohlen und erwärmt das ganze Filter. Man lässt so lange Dampf zuströmen, bis derselbe nicht mehr condensirt wird, und reichlich aus E ausbläst. E und K werden darauf geschlossen und J geöffnet. Damit wird Dicksaft zugeleitet, derselbe verdrängt zunächst das in den Poren der Kohle noch enthaltene Wasser, dieses fliesst durch D zuerst ab und wird fortgeleitet, bis man am Geschmack erkennt, dass reiner Saft fliesst.

Bei einem frisch gefüllten Filter wird der zuerst abfliessende Dicksaft genügend rein sein; solange dieses der Fall ist, lässt man ihn durch D sofort in die dafür bestimmte Rinne; nach einiger Zeit ist er nicht mehr so farblos und blank wie man ihn zu haben wünscht, man schliesst dann den Abfluss und lässt ihn auf das zweite, mittlerer Weile ebenfalls frisch gefüllte Filter übersteigen.

Wenn das zweite Filter nach dem Uebersteigen nicht mehr genügend reinen Saft giebt, dann ist das erste nicht mehr für Dicksaft geeignet, man sperrt den Hahn J ab und öffnet I, durch den Dünnsaft zugeleitet wird, lässt diesen zuerst nur durch das erste Filter fliessen, während das zweite noch eine Weile Dicksaft durch sein Standrohr erhalten kann. Wird der Dünnsaft durch einmalige Filtration nicht mehr entfärbt, so sperrt man den Dicksaft vom zweiten Filter ab und lässt den Dünnsaft aus dem ersten in das zweite übersteigen.

Auf diese Weise wird die absorbirende Kraft der Kohle möglichst ausgenutzt. Der Dicksaft, welcher viel reiner ist als der Dünnsaft, giebt an die Kohle verhältnissmässig nur wenig ab, beladet also auch die Kohle nur wenig mit Unreinigkeiten, sie kann daher aus dem viel unreineren Dünnsaft noch viel aufnehmen.

Ist endlich die Kohle durch den Dünnsaft soweit verunreinigt, dass

sie nicht mehr wirksam ist, so wird zunächst durch Oeffnen des Wasserhahnes der noch darin befindliche Dünnsaft verdrängt und zwar ebenfalls durch das Uebersteigrohr in den zweiten Cylinder, man lässt dann noch so lange Wasser nachfliessen, bis aller Saft ausgewaschen ist, worauf man das Wasser durch den Hahn E, die verbrauchten Kohlen durch das Mannloch F entfernt und das Filter von Neuem beschickt.

Während der Filtration hält man die Filter immer gänzlich mit Saft erfüllt, man erreicht dieses durch die Höhe des Abflussrohres CD. Ausserdem hat man dafür zu sorgen, dass der Saft im Filter möglichst heiss bleibt, da die Wirkung der Kohle durch Wärme sehr unterstützt wird. Um dies zu erlangen, dämpft man die frischgefüllten Filter aus und lässt den Saft, nachdem er nach der Saturation sich geklärt hat, ohne Verweilen auf das Filter fliessen. Der Abkühlung während der Filtration beugt man dadurch vor, dass man die Cylinder an einem warmen Orte aufstellt und sie ausserdem mit schlechten Wärmeleitern umgiebt.

12. Wiederbelebung der Knochenkohle.

Die mit absorbirten Stoffen beladene Kohle ist für die Fabrikation nicht werthlos, sie kann vielmehr immer wieder benutzt werden, nachdem man die aufgenommenen Bestandtheile entfernt hat. Dieses geschieht durch den Wiederbelebungsprozess. Von den Cylindern kommt die Kohle in einen besonders hierfür bestimmten Theil der Fabrik, wird hier in grosse Bottiche geschüttet und mit Wasser, dem etwas Salzsäure zugesetzt ist, übergossen. Die Salzsäure löst den absorbirten Kalk. Ein Ueberschuss von Salzsäure ist sorgfältig zu vermeiden, weil dieser den phosphorsauren Kalk, der der Träger des Kohlenstoffs ist, ebenfalls lösen und damit die Kohle zerstören würde. Nach kurzem Verweilen tritt eine lebhafte Gährung ein, diese zerstört organische Substanzen und macht andere löslich. Nach beendigter Gährung lässt man das Wasser abfliessen, wäscht die Kohle durch wiederholt aufgegossenes reines Wasser, trocknet und glüht sie. So kann sie immer von Neuem wieder benutzt werden. Die Details der Wiederbelebung und die dazu dienenden Apparate werden wir später in einem besonderen Kapitel beschreiben.

13. Verdampfung des Saftes.

Der vom Filter abfliessende Saft ist nicht wesentlich concentrirter als der von der Reibe kommende. Wenngleich derselbe bei der Scheidung und Saturation erwärmt wird, so wird doch keine nennenswerthe Concentration dadurch erzielt, weil bei der Scheidung mit dem Kalk-

brei Wasser hinzugefügt wird, welches mindestens soviel beträgt, wie durch die Erwärmung verdampft, die weitere Verdampfung während der Saturation wird dadurch compensirt, dass dem Safte das zum Auswaschen, Aussüssen, Absüssen der Filter verwandte Wasser hinzukommt. Man kann durchschnittlich annehmen, dass der zur Verdampfung kommende Saft etwa 7—8° am Saccharometer zeigt und dass derselbe soweit zu verdampfen ist, dass von 15—16 Volumen nur 1 Volum krystallisationsfähiger Masse, Füllmasse zurückbleibt.

Die Verdampfung geschieht in zwei Operationen, bei der ersten bringt man den Dünnsaft bis zu einer Concentration von ca. 50° und bezeichnet diese als das Verdampfen, der Dünnsaft wird dabei zu Dicksaft. Der Dicksaft wird darauf einer zweiten Filtration unterworfen und durch das zweite Stadium der Concentration, dem Verkochen bis zur Krystallisation gebracht.

Die Verdampfung kann geschehen:

1) Durch Heizung über freiem Feuer.

2) Durch Dampfheizung.

3) Durch Dampfheizung im luftverdünnten Raume.

Die erstere Methode ist wohl als aufgegeben zu betrachten, man findet sie in keiner gut eingerichteten Zuckerfabrik mehr. Man hat sie verlassen, weil die Säfte dabei nachtheiligen Veränderungen ausgesetzt sind, weil es nur mit grösster Aufmerksamkeit möglich ist ein Anbrennen zu vermeiden, und weil die fortdauernde Einwirkung der Luft eine Färbung des Saftes hervorbringt.

Die directe Heizung hat man, um sich vor diesen Nachtheilen zu bewahren, bald durch die Dampfheizung ersetzt und dazu verschiedene Apparate construirt. Unter diesen hat sich die Verdampfpfanne von Pecqueur als am zweckmässigsten bewährt. Sie ist in Fig. 58 dargestellt. Die Pfanne A ist aus Kupferblech gearbeitet, hat wie die Zeichnung zeigt, die Form eines langgezogenen Hufeisens, einen flachen Boden und vertikale Seitenwände. Sie ruht auf eisernen Füssen D E, ist aber mit Leichtigkeit beweglich, da an dem einen Ende Zapfen angebracht sind, die auf zwei Lagern auf dem Fusse E drehbar sind. Es genügt ein Druck auf den Hebel B, um der ganzen Pfanne eine schräge Stellung zu geben, die durch die punctirten Linien angedeutet ist. Diese Drehbarkeit der Pfanne bezweckt eine Erleichterung bei der Entleerung. Der fertig verdampfte Saft wird, so lange er bei horizontaler Stellung der Pfanne frei abfliesst, durch den Hahn C abgelassen, später giebt man der Pfanne die Schrägstellung, um das am Boden befindliche noch ablaufen zu lassen. Die Heizung geschieht durch sechs unter einander verbundene hufeisenförmige Röhren, die in Fig. 59 besonders dargestellt

sind. Die sechs Röhren liegen in einer horizontalen Ebene, die Enden derselben sind in je zwei nicht direct communicirenden Rohrstutzen befestigt. Man leitet den Dampf bei R in einen dieser Rohrstutzen, derselbe durchstreicht die ganze Länge der sechs Heizröhren, tritt in den zweiten Rohrstutzen und entweicht in einen Sammler, der das condensirte Wasser aufnimmt und zugleich die Spannung des Dampfes erhält. Die Enden der Rohrstutzen R gehen durch die Zapfen, in welchen die ganze Pfanne drehbar ist, die also hohl sind und so die Stopfbüchsen für die Rohrstutzen bilden. Auf diese Weise ist also auch das System der Heizröhren beweglich und kann leicht vom Boden der Pfanne entfernt und von allen Seiten zugängig gemacht werden. Es ist dies insofern von Wichtigkeit, als sich bei der Verdampfung des Dünnsaftes immer ein Theil der noch darin enthaltenen Unreinigkeiten, Kalksalze, abscheidet, diese Kalksalze lagern sich auf dem Boden der Pfanne und auf der Oberfläche der Röhren ab, überziehen dieselbe mit einer die Wärme schlecht durchlassenden Schicht und beeinträchtigen so die Verdampfung. Die Heizröhren müssen daher häufig gereinigt werden. Zu diesem Behuf giesst man sehr verdünnte Salzsäure auf den Boden der Pfanne, so dass dieser wie der Röhrenrost davon bedeckt werden, lässt nach kurzer Einwirkung die Säure abfliessen, dreht die Röhren in verticale Stellung und kann sie dann mit Leichtigkeit von allen Seiten mit Bürsten u. dergl. erreichen, um allen noch anhängenden Schlamm zu beseitigen.

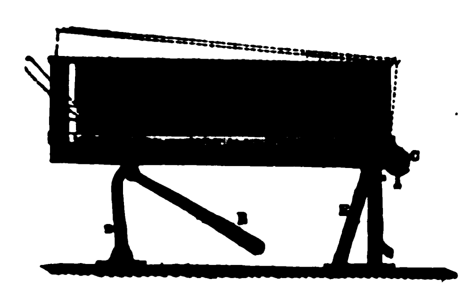


Fig. 58.

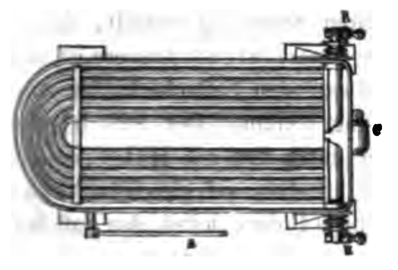


Fig. 59.

Die Verdampfung des Saftes erfolgt um so rascher, je grösser die Differenz zwischen seinem Siedepunkt und der Temperatur der Heizfläche ist. Man verwendet desshalb Dampf von hoher Spannung, etwa von 5 Atmosphären, der mit einer Temperatur von 152° C. in die Röhren eintritt. Diese hohe Temperatur des Dampfes thut dem Safte keinen Nachtheil, weil der Saft so lange nicht über seinen Siedpunkt erhitzt werden kann, als er das Röhrensystem allseitig umgiebt. Man hat

daher durch Nachfüllen von Saft die Pfanne während der Verdampfung möglichst gefüllt zu erhalten, jedenfalls darf man das Niveau der Flüssigkeit nicht soweit sinken lassen, dass die Röhren an irgend einer Stelle von Saft entblösst werden, weil dieser sonst dort eintrocknen und verbrennen würde.

Bei einer Spannung des Dampfes von 5 Atmosphären kann man bei diesem Apparate auf eine Verdunstung von 100 Kilo Wasser pro Stunde und Quadratmeter Heizfläche rechnen.

Ein anderer sehr einfacher Verdampfapparat ist von CLAES DE LEMBECK bei Brüssel eingeführt. Derselbe ist Tafel XXXI, Fig. 4 dargestellt. Er besteht im Wesentlichen aus einem doppelwandigen, hohlen, 5 Meter hohen Kegel A A'; der Raum zwischen den beiden Wänden ist mit Dampf von 4—5 Atmosphären Spannung erfüllt, die ganze Oberfläche des Hohlkegels, sowohl die innere wie die äussere ist ständig mit einer ganz dünnen, daran herabfliessenden Saftschicht bedeckt, die dadurch zu einer raschen Verdampfung kommt. Der Saft ist in dem Reservoir e befindlich und wird hier durch den am Hahne des Zuleitungsrohres e' befindlichen Schwimmer e'' stets auf gleichem Niveau erhalten. Das mit dem Hahne c' versehene Rohr c leitet den Saft in den ringförmigen Trichter b, welcher ihn durch 6—8 Oeffnungen an die innere Mantelfläche des geheizten Kegels fliessen lässt. Zur möglichst gleichförmigen Vertheilung des Saftes an der verdampfenden Fläche sind in dem Hohlraum des Kegels neun Kegelsegmente d bis d^8 angebracht, deren grössere Basis abwärts gekehrt ist und die Mantelfläche berührt. Die Basis dieser Kegelsegmente ist gezackt, so dass der Saft, welcher auf die Wände der Segmente fällt, an die heisse Oberfläche geleitet wird und durch die Oeffnungen zwischen den Zacken herabläuft. Am Fusse des Kegels bei A' angekommen, fliesst der Saft in die Schale d^9, von hier in die Rinne H und in das Reservoir g. Auf gleiche Weise wird auch die äussere Mantelfläche zur Verdampfung benutzt. Aus dem Reservoir e fliesst der Saft durch das Rohr c'' in den ringförmigen Behälter f, an dessen Boden 16 mit Hähnen versehene Röhrchen befindlich sind (Fig. 5), die den Saft bis unmittelbar an die äussere Fläche leiten, hieran fliesst er herab, wird in einem conischen Ringe f' gesammelt; da wo dieser den Mantel des Kegels berührt, sind zahlreiche kleine Oeffnungen angebracht, durch welche der Saft wieder abfliesst, an der heissen Fläche wieder entlang. Es sind 9 solcher conischen Ringe vorhanden, f^1—f^9, jeder derselben bewirkt wieder die Zuleitung und die gleichmässige Vertheilung an der Oberfläche des Mantels. Zuletzt fliesst der Saft aus dem Behälter f^{10} und aus diesem durch das Rohr f^{11} in die Rinne H, in welchem er sich mit dem von der Innenfläche des

Kegels kommenden mischt und mit diesem zusammen in das Reservoir g geleitet wird.

Das Abflussrohr f'', welches den Saft der Aussenfläche und die Schale d⁹, die den Saft der Innenfläche getrennt führen, gestatten den Gang der Verdampfung zu überwachen. Ist der Saft in d⁹ concentrirter als der in f'', so verdampft die Innenfläche zu rasch, das umgekehrte findet statt, wenn der bei f'' abfliessende Saft concentrirter ist. Man stellt dann Gleichmässigkeit dadurch her, dass man der stärker verdampfenden Fläche mehr, der schwächer verdampfenden weniger Saft zuführt. Um dies mit Leichtigkeit machen zu können, sind die beiden Hähne c' und c'' durch die Stangen M und N durch einen doppelarmigen Hebel, der seinen Drehpunkt im Mittelpunkt der Scheibe o hat, verbunden. Die Stellung der Hähne ist so, dass bei jeder Veränderung der Lage des doppelarmigen Hebels immer der eine Hahn mehr geöffnet, der andere aber mehr geschlossen wird, indem man daher den Zufluss des Saftes zur einen Fläche steigert, wird man den zur anderen verringern und erzielt so leicht Gleichförmigkeit der Verdampfung.

Wenn bei der PECQUEUR'schen Pfanne die Gefahr einer Ueberhitzung des Saftes vorhanden ist, so ist dies bei dem LEMBECK-Kegel jedenfalls in noch weit höherem Grade der Fall; dies wird auch der Grund sein, dass derselbe sich in der Praxis der Zuckerfabrikation nirgends eingebürgert hat.

Ein dritter durch Dampf geheizter Verdampfapparat ist in einem Theil der Fig. 1 und 2 auf Tafel XXXII dargestellt. Der zur Heizung benutzte Dampf wird in dem, hier nicht weiter zu berücksichtigenden Verkochapparat A erzeugt. Er tritt durch den Aufsatz B, das Rohr C in den Hohlraum D und wird hier in zwei Röhren E E vertheilt, wie aus dem Grundriss Fig. 2 hervorgeht. Am Ende der Röhren E E ist ein sehr langes, vielfach in einer vertikalen Ebene hin und her gebogenes Rohr E' befestigt, beide vereinigen sich schliesslich zu einem gemeinsamen Rohr F, welches mit einer Luftpumpe verbunden ist; letztere dient dazu, den ganzen Apparat luftleer zu machen, um den Siedpunkt der in A befindlichen Flüssigkeit möglichst zu erniedrigen. Der zu verdampfende Saft wird durch das Rohr j zugeleitet, durch das Ventil i der an ihrer ganzen Länge mit feinen Einschnitten versehenen und vertikal über dem Röhrensystem E' befindlichen Rinne g zugeführt. Der Saft fliesst aus den Einschnitten, vertheilt sich über die ganze Länge der Röhre E' und wird, in dem Maasse wie er an dieser herabtropft, verdampft.

Es leuchtet ein, dass diese Art der Verdampfung eine sehr unvollkommene sein muss. Das Qantum des in A verkochten Dicksaftes

steht in keinem Verhältniss zu dem zu verdampfenden Dünnsaft, ausserdem kommen die Dämpfe in Folge der Luftverdünnung mit einer Temperatur in die Heizröhre, welche weit unter dem Siedpunkt des Saftes liegt. Es kann daher diese Vorrichtung wohl zur Condensation des Dampfes dienen, niemals aber eine genügende Concentration des Dünnsaftes bewirken, diese muss vielmehr in dem eigentlichen Verkochapparat beendet werden. Es mag der Apparat zum Anwärmen des Safts und zur Ersparung von Condensationswasser in solchen Gegenden, wo Brennmaterial sehr kostspielig ist und Wassermangel herrscht, wie z. B. in überseeischen Ländern auf den Plantagen verwendbar sein, in der Rübenzuckerfabrikation wird man nie Gebrauch davon machen. Ausserdem hat noch dieser Apparat den Uebelstand mit dem Lembeck-Kegel gemein, dass in beiden die Säfte anhaltend in dünnsten Schichten der Einwirkung der Luft ausgesetzt werden, was immer eine Verschlechterung, eine Färbung zur Folge hat.

In allen besseren Fabriken hat man alle diese Apparate gegenwärtig verlassen und verdampft den Saft nur noch im luftverdünnten Raume. Die dazu dienenden Apparate wurden zuerst von Rillieux in Amerika in die Zuckerfabrikation eingeführt, dann von Tischbein in Magdeburg in die deutschen Fabriken gebracht, von Robert in Selowitz wesentlich verbessert. Seit der Zeit sind mannigfache Abänderungen vorgenommen worden, diese betreffen aber nur Details, während die Principien, auf denen die Construction beruht, immer bei allen Abänderungen beibehalten sind.

Die Einrichtung der Apparate beruht im Wesentlichen auf folgenden Grundsätzen:

Die Verdampfung des Wassers aus einer Flüssigkeit erfolgt um so rascher, je grösser die Differenz zwischen dem Siedpunkt der Flüssigkeit und der Temperatur der Heizfläche ist.

Dampf von niederer Temperatur kann eine Flüssigkeit zur raschen Verdunstung bringen, wenn der Siedpunkt derselben unter der Temperatur des Dampfes liegt.

Der Siedpunkt jeder Flüssigkeit ist abhängig von dem Druck, welcher dieselbe belastet.

Durch Verringerung des Druckes kann der Siedpunkt jeder Flüssigkeit wesentlich erniedrigt werden.

Der aus einer Flüssigkeit sich entwickelnde Dampf besitzt dieselbe Temperatur wie die Flüssigkeit in der er entstanden ist.

Durch Vergrösserung der Heizfläche kann mit Dampf von niederer Temperatur derselbe Effect erzielt werden, wie mit Dampf von höherer Temperatur bei kleinerer Heizfläche.

Denken wir uns z. B. eine Pecqueur'sche Pfanne, in welcher statt der 6 Röhren 18 oder 24 gleich grosse Röhren liegen, so würde man, um das oben angegebene Quantum Wasser zu verdunsten, nicht benöthigt sein, Dampf von ca. 150° eintreten zu lassen, man würde mit Dampf von weit niederer Temperatur dasselbe erreichen. Statt des Dampfes von 5 Atmosphären Spannung würde man völlig mit Dampf von $1\frac{1}{2}$ Atmosphären, der eine Temperatur von 112° hat, ausreichen. Solcher Dampf steht in der Zuckerfabrik in reichlicher Menge zur Verfügung. Der Dampf, der bereits die Maschine getrieben hat, kann, statt dass man ihn in die Luft jagt, in einen Dampfsammler geleitet werden, ohne die Leistungsfähigkeit der Maschine erheblich zu beeinträchtigen, der Dampf, welcher aus dem Mantel der Scheidepfannen ausströmt, der Dampf, der im Saturationsbottich die Flüssigkeit zum Sieden erhitzt hat, alle diese Dämpfe, die ihre Arbeit schon verrichtet haben, werden in einen gemeinschaftlichen Sammler geleitet und können dann noch zum Verdampfen des Dünnsaftes in einem Apparat mit grosser Heizfläche dienen.

Denken wir uns nun, um bei dem Beispiele stehen zu bleiben, die Pecqueur'sche Pfanne in einen geschlossenen Behälter verwandelt und die in diesem gebildeten Dämpfe, die also die Temperatur des siedenden Saftes, also ca. 100° haben, in das vergrösserte Röhrensystem einer zweiten ebenfalls geschlossenen Pecqueur'schen Pfanne geleitet, in welcher durch Verbindung mit einer Luftpumpe und einer Condensationsvorrichtung Luft und Wasserdampf evacuirt wird, so ist mit Leichtigkeit hier eine solche Verminderung des Druckes herbeizuführen, dass der darin befindliche Saft bei 85° kocht. Wir haben also hier eine Differenz des Siedepunktes und der Temperatur der Heizfläche von 15°, die weit ausreichend für eine lebhafte Verdampfung ist.

Endlich kann man nun die zweite Pfanne auf ganz gleiche Weise mit einer dritten verbinden, in welcher durch Luftverdünnung der Siedpunkt des Saftes auf 70° herabgebracht wird. Es werden dann die in der zweiten Pfanne gebildeten Dämpfe hinreichen, um den Saft der dritten Pfanne zu verdampfen.

Statt der Pecqueur'schen Pfannen gab Rillieux seinem Verdampfapparat die Form des Locomotivkessels, leitete in die horizontal liegenden Röhren desselben den Retourdampf der Maschine und füllte den Kessel mit dem zu verdampfenden Saft. Die hier sich bildenden Dämpfe wurden in die Heizröhren des zweiten Apparates, von diesem in die des dritten geleitet. Hatten sie diesen passirt, so wurden sie in Berührung mit kaltem Wasser vollständig condensirt; mittelst einer Luftpumpe wurde gleichzeitig ein luftverdünnter Raum im zweiten und

dritten Apparate erhalten. Die Abänderung ROBERT's bestand darin, dass er die Röhren nicht mehr zur Aufnahme des Dampfes, sondern der zu verdampfenden Flüssigkeit bestimmte und den Raum zwischen den Röhren auf gleich zu beschreibende Weise mit Dampf füllte; ferner verwarf ROBERT die liegenden Röhren und gab ihnen eine vertikale Stellung. Die ROBERT'sche Einrichtung hat manche Vortheile, doch kommt man gegenwärtig wieder vielfach auf die ursprünglich RILLIEUX-TISCHBEIN'sche Construction, nachdem diese mannigfache Verbesserungen erfahren hat, zurück.

In der Praxis hat sich herausgestellt, dass der Betrieb mit drei Apparaten seine Schwierigkeiten hat, man verwendet desshalb gewöhnlich nur zwei mit einander verbundene Apparate, oder richtet doch sonst die drei Apparate so ein, dass man beliebig den einen oder den andern ausschalten und ihn ausser Betrieb setzen kann. Ferner bringt man Vorrichtungen an, die es gestatten, bei Mangel an Retourdämpfen direkten Dampf anwenden zu können.

Die drei Verdampfapparate bezeichnet man technisch als die drei Körper des Apparates.

Tafel XXXIII zeigt einen solchen Verdampfapparat mit drei Körpern, nach dem ROBERT'schen System und zwar Fig. 1 in vorderer Ansicht, zum Theil im Durchschnitt, Fig. 2 im Grundriss.

A ist der erste Verdampfkörper, ein eiserner Cylinder, durch zwei durchlöcherte Platten, von denen die eine nicht weit vom Boden entfernt, die andere etwas über der Mitte der Höhe liegt, in drei Räume getheilt. Die einzelnen Durchbohrungen der Platten sind genau vertikal über einander und dienen dazu, messingene Röhren aufzunehmen. Diese Röhren werden luft- und wasserdicht in die Durchbohrungen der Platten eingeschraubt und stellen somit eine Verbindung des unteren und oberen Raumes her, während der zwischen den beiden Platten liegende Raum völlig von jenen getrennt wird.

Dieser letztere dient zur Aufnahme des Dampfes, es ist der Dampfraum, während der übrige Raum mit Saft soweit gefüllt wird, dass derselbe noch kochen kann, ohne überzusteigen. Der Dampf ist daher hier von zwei Saftschichten eingeschlossen und umspült ausserdem die zahlreichen Röhren, welche diese beiden Saftschichten mit einander verbinden. Durch die Dampfbildung und durch die Veränderung des specifischen Gewichtes der Flüssigkeit wird eine stete Vermischung der einzelnen Saftschichten herbeigeführt, die unter dem unteren Boden befindliche wird in die Höhe getrieben, während die obere hinabsinkt.

B ist der zweite und C der dritte Körper, beide sind dem ersten ganz gleich.

Die drei Körper sind oben mit einem Mannloch versehen, durch welches man leicht zur Reinigung und bei Reparaturen in dieselben hineingelangen kann. Aussen sind sie, um Wärmeverluste möglichst zu verringern, mit einem schlechten Wärmeleiter, einer hölzernen Bekleidung umgeben.

a ist das Rohr, durch welches dem ersten Körper aus dem Dampfsammler der Retourdampf der Maschine und andere Retouren zugeführt wird.

a' ist die Fortsetzung desselben Rohres, oben mit einem Ventil versehen, durch welches der Dampf abgesperrt oder in den Vorraum a'' des Dampfraumes vom ersten Körper geführt werden kann. Dieser Vorraum communicirt mit dem Dampfraum und lässt den Dampf dann sich in diesem ausbreiten und die einzelnen Röhren umgeben. Die Röhren sind in den Durchschnittszeichnungen von Fig. 1 und 2 deutlich sichtbar.

b ist ein Ventilrohr ganz ähnlich wie a, es dient dazu, den Dampf, welcher sich beim Verdampfen des Saftes im ersten Körper bildet, abzuleiten, es communicirt daher nicht mit dem Dampfraum, sondern mit dem oberen Theil des Saftraumes, oberhalb der Oberfläche der siedenden Flüssigkeit.

D Uebersteiger des ersten Körpers, er dient dazu, den durch zu lebhaftes Kochen fortgerissenen und mit dem Dampf in das Rohr b gelangten Saft zu sammeln und von dem Dampfe zu trennen. Der Dampf tritt, unter Zurücklassung des Saftes im Uebersteiger, in

c ein weiteres Ventilrohr, welches den aus dem Saftraum des ersten Körpers und dem Uebersteiger kommenden Dampf in den Dampfraum des zweiten Körpers führt, genau auf dieselbe Weise, wie der erste Körper den Dampf durch das Ventilrohr a' vom Dampfsammler erhält.

d und d' ist das Dampfableitungsrohr des zweiten Körpers und entspricht dem Rohr b des ersteren, ebenso wie dieses nimmt es den Dampf aus dem Saftraum von B, leitet ihn in den zu B gehörenden Uebersteiger E, von dort durch ein weiteres Ventilrohr e e' in den Dampfraum des dritten Körpers.

f f' ist das Ableitungsrohr vom Saftraum des dritten Körpers, F der Uebersteiger desselben.

G ist der Condensator, dazu bestimmt, die Saftdämpfe von C und von B zu verdichten; die Beschreibung des Condensators wird unten folgen.

g g ein Rohr, welches den Dampfraum von B und C mit dem Condensator in Verbindung setzt und welches ausserdem den Saftdampf von C in den Condensator führt.

g' g' Röhrenleitung zur Verbindung der beiden Ventilröhren c und e, diese bringt den Saftdampf von A nach C, wenn B ausgeschaltet ist.

h h Verbindungsröhre des Condensators mit der Luftpumpe.

i i Röhrenleitung zur Beseitigung des in den Dampfräumen von B und C verdichteten Wasserdampfes, sie mündet in dem zur Luftpumpe führenden Rohr h h und stellt dadurch auch eine Verbindung des Saftraumes von A mit der Luftpumpe her.

j j Rohr, um nach Bedürfniss das Ventilrohr a mit directem Dampf vom Kessel zu speisen; Abzweigungen dieses Rohres lassen mittelst der Ventile k^1 k^2 k^3 k^4 k^5 auch directen Dampf in die Ventilröhren b c d e f strömen.

l l Abflussrohr für das im Dampfraum von A condensirte Wasser, es endigt in einer durch die Maschine betriebenen Saug- und Druckpumpe, die das heisse Condensationswasser in den Dampfkessel pumpt.

m Rohr, durch welches der Saft dem Saftraume von A zugeführt wird.

n Verbindungsrohr von dem unteren Theile des Saftraumes von A mit dem oberen Theile des Saftraumes von B.

o gleiches Rohr zur Verbindung des Saftraumes von B mit dem des Körpers C.

p p Rohr zur Entleerung des Saftes aus B und C.

q q gebogenes Rohr, welches die Verbindung des Dampfrohres b mit dem Innern des Saftraumes von A herstellt und zur Ableitung des über dem Spiegel der Flüssigkeit sich sammelnden Dampfes dient. Die Körper B und C sind mit ganz gleichen Röhren versehen.

x Verbindungsstelle der Ventilröhre C mit der Röhrenleitung g', durch welche der Dampf aus dem Uebersteiger F in den Dampfraum von C geleitet werden kann. Eine ähnliche Verbindung besteht zwischen den Ventilröhren a' und c', um mit Ausschaltung des ersten Körpers unmittelbar Dampf (Retour- oder directen) in den Dampfraum von B bringen zu können.

Ausserdem sind noch folgende Ventile und Hähne vorhanden:

1. Ventilrohr des Rohres j j.
2. Ventil, durch welches der Abfluss des Saftes von A nach B regulirt wird.
3. Abflusshahn des Körpers B.
4. Abflusshahn des Körpers C.

Die beiden letzteren Hähne lassen den Saft durch eine Saugpumpe aus den Körpern ziehen, während das Vacuum erhalten bleibt.

5. Abflusshahn von C bei freiem Zutritt der Luft.
6. Communicationsventil des Saftraumes von B und C, dem Ventil 2 entsprechend.

7. Ventil zum Füllen des Saftraumes von C.

8 und 9. Abflussrohr für das im Dampfraume von C und B condensirte Wasser.

10. Ventil, welches den Abfluss der beiden letzten Hähne regulirt.

11. Abflusshahn des Condensationswassers vom Dampfraume A.

12, 13, 14. Butterhähne, in deren trichterförmiger Erweiterung sich geschmolzene Butter befindet, um dieselbe bei drohendem Ueberkochen in den Saftraum von A, B oder C fliessen zu lassen.

15—20. Beobachtungsgläser, von denen je eines an der vorderen und je eines an der hinteren Seite jedes Körpers befindlich ist, indem man ein Licht vor das eine der Gläser stellt, kann man das Kochen des Saftes im Raume des Körpers überwachen.

21, 22, 23. Flüssigkeitsstandzeiger, um das Niveau des Saftes in den einzelnen Körpern zu beobachten.

24. Sonde zur Probenahme aus dem Saftraum von C.

25, 26, 27. Flüssigkeitsstandzeiger an den Uebersteigern D E F.

28, 29, 30. Entleerungshähne der Uebersteiger.

31, 32, 33. Lufthähne der drei Körper.

34, 35, 36. Abflusshähne zum Reinigen der drei Körper.

Der Condensator G ist eine hohle Säule, die unten durch die Röhre *h* mit einer sog. nassen Luftpumpe in Verbindung steht. In die Säule tritt ein Wasserrohr ein, welches beständig kaltes Wasser einspritzt. Dieses kalte Wasser ist bestimmt, die Dämpfe zu verdichten, es kommt daher darauf an, ihm eine möglichst grosse Oberfläche zu geben, um es innig mit dem Dampfe in Berührung zu bringen. Dieses lässt sich auf verschiedene Weise erreichen, entweder indem man das Wasserrohr in einer feinen Brause endigen lässt, die einen ununterbrochenen Regen von Tropfen oder feinen Strahlen ausfliessen lässt, oder zweckmässiger, indem man das Wasser durch einen aufwärts gerichteten kreisrunden Spalt ausspritzt, das Wasser bildet dann bei fortwährendem Fliessen eine dünne, den ganzen Querschnitt der Säule erfüllende Schicht, und muss so nothwendiger Weise den ganzen Dampf aufnehmen.

In den Condensator werden durch die Röhre g g zunächst die Saftdämpfe des letzten Körpers C, ferner die aus B kommenden Dämpfe, soweit sie im Dampfraume von C nicht condensirt worden sind, und endlich die Saftdämpfe von A, soweit sie in B nicht verdichtet sind, geleitet. Indem man also sämmtliche Verbindungen mit dem Condensator herstellt und dessen Pumpe in Thätigkeit setzt, wird man zunächst eine Luftverdünnung in C erzeugen, da aber der Saftraum von B durch den Dampfraum von C mit dem Condensator verbunden ist,

so wird man auch im Saftraum von B die Luft verdünnen und da endlich der Saftraum von A durch den Dampfraum von B mit dem Condensator communicirt, so kann man auch in A die Luft verdünnen. Den Grad der Verdünnung in den einzelnen Theilen der Apparate kann man durch die Stellung der entsprechenden Ventile reguliren.

Ist der Apparat einmal im Betriebe, so hat die Pumpe des Condensators wesentlich nur das in den Dampfräumen und im Condensator verdichtete Wasser und das eingespritzte Condensationswasser abzuziehen, anfangs muss sie aber auch die Luft, welche im Apparate enthalten ist, mit fortnehmen; später, wenn keine Luft im Apparate mehr vorhanden ist, wird das Vacuum durch die Condensation der Wasserdämpfe erhalten. Unter allen Umständen muss aber die Pumpe ununterbrochen in Thätigkeit sein, weil sonst durch Verdichtung der Dämpfe im Apparate das Wasser aus dem Condensator in die Dampf- und Safträume zurücksteigen könnte. Um dieses unmöglich zu machen und um zugleich der Pumpe den bei weitem grössten Theil der Arbeit abzunehmen, giebt man dem Condensator wohl, wo die Localität dieses zulässt, ein sehr langes Abflussrohr, z. B. von 12 Meter Länge, und lässt dieses unten in einem Wasserbehälter enden. Dieses Abflussrohr wirkt als Barometer, je nach der im Apparate vorhandenen Luftleere wird das Wasser in diesem Rohr mehr oder weniger hoch stehen, alles mehr hinzukommende Wasser wird frei abfliessen, während das Wasser selbst bei vollständiger Luftleere nie zurücksteigen kann, weil die in dem Rohr befindliche Wassersäule durch ihre Länge dem Atmosphärendruck das Gleichgewicht zu halten im Stande ist. Die Wasserpumpe wird durch diese Einrichtung überflüssig, und streng genommen braucht man auch keine Luftpumpe, doch kann man letztere nicht entbehren, weil jedes Wasser Luft gelöst enthält und also durch das Einspritzwasser Luft in den Condensator und von diesem in den Apparat geführt wird.

Eine Zeichnung eines Condensators findet sich Tafel XXXI, Fig. 3, derselbe ist hier zugleich mit einem Uebersteiger versehen, letzterer ist beim Verdampfapparat nicht erforderlich, weil derselbe seine vom Condensator unabhängigen Uebersteiger hat.

Die Säule ist durch die Scheibe g in zwei ungleich grosse Räume getheilt, der obere ist der Uebersteiger, der untere bewirkt den Abfluss des Wassers. Die Dämpfe treten durch das Rohr C, setzen ihre mitgerissenen Safttheile in dem Uebersteiger D ab, worin man ihren Stand an dem Niveauglase d d beobachten und sie durch den Hahn e ablassen kann. Die Dämpfe treten in das oben und unten offene, durch die Scheibe g hindurchgehende Rohr h h. In der Mitte dieses Rohres be-

findet sich das Einspritzrohr f f, welches in feinen Strahlen kaltes Wasser zuführt. F ist das lange Abflussrohr des Wassers, f' die Verbindung mit der trocknen Luftpumpe.

Der grosse Verdampfapparat wird nun auf folgende Weise betrieben: Man hat zuerst in den Körpern einen luftverdünnten Raum herzustellen. Zu diesem Behufe öffnet man die Ventile der Röhren b, d, f und die Hähne 8, 9 und 10, wodurch die Dampfräume mit dem Condensator G und dessen Luftpumpe in Verbindung gesetzt werden. Nach Entfernung der Luft leitet man den filtrirten Dünnsaft durch das Rohr m, welches denselben aus einem Reservoir schöpft, in den Saftraum des Körpers A. Oeffnet man dann die Hähne 2 und 6, so fliesst der Saft von A nach B, von B nach C und steht schliesslich in allen drei Körpern in gleichem Niveau.

Den Stand des Saftes in den drei Apparaten erkennt man an den Flüssigkeitsstandzeigern 21, 22, 23, man unterbricht den Zufluss, sobald die Körper etwa zu zwei Drittel ihrer Höhe gefüllt sind.

Um die Heizung zu beginnen, öffnet man das Ventil der Röhre a'. Der Retourdampf aus dem Dampfsammler geht in den Dampfraum, umgiebt die Röhren, bestreicht die beiden Platten des Dampfraumes und bringt die Flüssigkeit in kurzer Zeit zum Sieden. Das dabei im Dampfraum condensirte Wasser wird durch den Hahn 11 und das Rohr l l mittelst einer Saug- und Druckpumpe abgezogen und unmittelbar in den Dampfkessel gedrückt.

Beim Kochen des Saftes in A geht der dabei erzeugte Dampf durch die Röhren q, b, setzt im Uebersteiger D mitfortgerissenen Saft ab, steigt durch das Ventilrohr e in den Dampfraum von B und bringt hier den Saft zum Sieden. Die im Saftraum von B entwickelten Dämpfe gehen durch d E e in den Dampfraum des dritten Körpers C.

Das in den Dampfräumen von B und C verdichtete Wasser fliesst durch die Hähne 8, 9 und 10 und wird durch das Rohr ü in das Abflussrohr des Condensators geleitet, während das Rohr g g auf oben beschriebene Weise die nicht im Dampfraum verdichteten Dämpfe dem Condensator zuführt. Durch die Condensation des Dampfes an den Heizflächen und die stete Absaugung des überflüssigen Dampfes aus den Dampfräumen, wird so vom Dampfraum aus das Vacuum in den Safträumen erhalten. Ist also der Saftraum von A mit dem Dampfraum von B verbunden und erfolgt hier eine vollständige Condensation der Dämpfe durch Abgabe ihrer Wärme an den in B enthaltenen Saft, so muss natürlich in A der Druck vermindert und der Siedpunkt des Saftes erniedrigt werden. Auf gleiche Weise wirkt der Dampfraum von C auf die Erniedrigung des Drucks in B. Dabei muss die Stellung der Ventile

so regulirt werden, dass der Dampf aus den beiden Dampfräumen von B und C nicht zu rasch fortgeführt wird, weil er sonst nicht genügend heizend wirken würde, dagegen bringt man den Saftraum von C in volle Communication mit dem Condensator, der hier sich bildende Dampf ist nicht weiter zu verwenden und je rascher er fortgeschafft wird, um so rascher wird die Verdampfung verlaufen.

Man reducirt den Druck im ersten Körper soweit, dass die Quecksilbersäule im Barometer etwa 54 C.M. hoch steht, im zweiten soll der Barometerstand 43,5 C.M., im dritten Körper 32—33 C.M. betragen.

Zur weiteren Erhöhung des Effectes des Dampfes vergrössert man die Heizflächen in den auf einander folgenden Körpern dadurch, dass man den Durchmesser des Körpers von B grösser als den von A und den von C grösser als den von B macht. In einer Fabrik die z. B. täglich 250000 Kilo Rüben verarbeitet, hat man dem ersten Körper einen Durchmesser von 1,66 M., dem des zweiten 1,76 M., dem des dritten 1,86 M. gegeben. Die Höhe der drei Körper ist gleich, sie beträgt 3,66 M. Die Sioderöhren sind 1,40 M. hoch. Der erste Körper hat 380 Röhren, die bei der angegebenen Höhe 5 C.M. Durchmesser haben. Die Heizfläche jeder Röhre beträgt daher $0{,}05 \times 3{,}1416 \times 1{,}4 = 0{,}220$ Quadratmeter, oder die Heizfläche des ganzen Röhrensystems $0{,}220 \times 380 = 83{,}6$ Quadratmeter, dazu kommt dann noch der Flächenraum der beiden Scheidewände zwischen den Röhren.

Die drei Körper können gemeinschaftlich arbeiten, wie es gewöhnlich geschieht, man lässt dann in dem Maasse wie die Verdampfung erfolgt, Saft in den ersten Körper nachfliessen, dieser drückt eine entsprechende Menge Saft in den zweiten Körper hinüber und von diesem tritt derselbe in den dritten Körper. Man kann aber auch jeden Körper für sich arbeiten lassen, man braucht dann nur die Hähne 2 und 6, welche die Communication des Saftraumes zwischen A und B und zwischen B und C vermitteln, abzuschliessen, um die in den einzelnen Theilen enthaltenen Säfte zu isoliren. Ebenso kann man durch Verschluss der Ventile c′ und d′ die Verbindung von A und B ganz aufheben und A durch Vermittlung der Röhre g′ allein mit C arbeiten lassen. Ebenso kann man C ausschalten, indem man das Ventil d′ schliesst und die Verbindung des Dampfraumes von B mit dem Condensator völlig öffnet.

Will man den fertigen Saft aus B oder C entleeren, so öffnet man resp. das Abflussventil 3 oder 8, letztere setzen die Röhre p mit dem Boden des Saftraumes in Verbindung. Da im Innern des Saftraumes ein geringerer Druck als aussen herrscht, so würde durch blosses Oeffnen dieser Hähne nicht allein kein Saft aus dem Saftraum ausfliessen,

sondern die Luft von aussen eindringen. Um dies zu vermeiden, ist entweder das Rohr p mit einer Pumpe verbunden, die den Saft nach Erforderniss abzieht, oder es mündet in einem Montejus. Der Raum dieses Montejus wird luftleer gemacht, dadurch, dass man ihn durch eine Röhrenleitung mit der Pumpe des Condensators verbindet. Dadurch steht dann der Luftraum des Montejus und der Saftraum des Verdampfkörpers unter gleichem Druck und der Saft kann frei abfliessen. Nach der Ueberführung des Saftes in den Montejus wird der Hahn 3 resp. 8 sowie der Hahn der zur Pumpe führenden Röhre geschlossen und der Saft durch Dampfdruck in ein über den Filtern stehendes Reservoir geschafft.

Den Saft von A entleert man immer nur nach B oder C. Da in A ein grösserer Druck herrscht als in B und C, so braucht man nur die entsprechenden Röhrenverbindungen zu öffnen, um ihn dahin zu bringen.

Wenn man nicht Retourdämpfe genug zur Verfügung hat, so kann man vom Dampfkessel directen Dampf in den Dampfraum von A leiten so viel wie nöthig ist, um das fehlende der Retourdämpfe zu ersetzen. Das Rohr j j leitet durch den Hahn diesen directen Dampf in das Dampfrohr a, wo er sich mit dem Retourdampf mischt und in den Dampfraum von A geht. Auf gleiche Weise kann man die Dampfräume von B und C durch die Abzweigungen k k des Rohres j j durch Oeffnen der Ventile k^2 und k^4 mit directem Dampf versehen, der dann in den Röhren c und e sich mit den Saftdämpfen von B und C mischt. Es dürfte jedoch diese letztere Zufuhr von directem Dampf wohl nur äusserst selten und zwar nur dann erforderlich sein, wenn der erste Körper ausgeschaltet ist, da sonst dieser immer in seinem Saftraum genügend Dampf produciren muss, um die Verdampfung des Saftes in den andern Körpern zu bewirken.

Durch dieselben Röhren j j und k k kann man mittelst der Ventile k^1 k^3 k^5 Dampf in den Saftraum von A, B oder C leiten. Dieses geschieht bei der Reinigung der Apparate, das sich dabei condensirende Wasser wird durch den Hahn 34 aus A und durch ähnliche, nicht sichtbare Hähne aus B und C abgelassen, um dieses sowie anderes Spülwasser von den Saftleitungen ferne zu halten.

Die Verdampfung in den einzelnen Körpern regulirt man auf die Weise, dass der Saft im ersten Körper 20° Saccharometer, im zweiten 30°, im dritten 50° zeigt.

Nehmen wir an, es seien 1000 Kilo Dünnsaft von 8° zu verdampfen, so enthalten diese 80 Kilo feste Bestandtheile, Zucker etc. und 920 Kilo Wasser. Diese werden im ersten Körper auf 20° gebracht, der Saft

enthält dann 80 Kilo Zucker und 320 Kilo Wasser, es sind also im ersten Körper 920 —320 = 600 Kilo Wasser verdampft. Dieser Saft von 20° wird im zweiten Körper auf 30° gebracht, enthält dann also 80 Kilo Zucker etc. und 187 Kilo Wasser, es sind also hier durch die 600 Kilo Dampf des ersten Körpers 320 —187 = 133 Kilo Wasser zu verdampfen. Endlich im dritten Körper kommt der Saft auf 50°, enthält also 80 Kilo Zucker und 80 Kilo Wasser und muss, um auf diese Concentration zu kommen, durch die Dämpfe des zweiten Körpers 187 —80 = 107 Kilo Wasser verdunsten

Also im ersten Körper	600 Kilo	
im zweiten „	133 „	
im dritten „	107 „	
im Ganzen	840 Kilo	

und es bleiben dann 160 Kilo Dicksaft von 50° zurück, welche weiter zu verarbeiten sind.

Den Fortschritt der Verdampfung erkennt man in einer Probe der Flüssigkeit, die man dem Apparate während des Siedens entweder mittelst des Wasserstandzeigers, nachdem die Communication desselben mit dem Innern durch Verschluss der Hähne abgesperrt ist, entzieht, oder mittelst des auf Taf. XXXII, Fig. 3 dargestellten kleinen Apparates. Derselbe besteht aus einem Glasrohre a, welches mittelst des Rohres c mit dem Safte und mittelst des Rohres b mit dem oberen Raume des Körpers in Verbindung steht. Beim Oeffnen der Hähne wird es sich mit Saft füllen. Sperrt man dann diese Hähne ab und öffnet man den Lufthahn e, so kann man den Inhalt aus dem Hahne d in einen Cylinder fliessen lassen und denselben mit dem Saccharometer prüfen.

Während der Verdampfung concentriren sich die durch die erste Filtration noch nicht beseitigten fremden Bestandtheile in dem Safte. Ein Theil derselben scheidet sich in dem Körper in unlöslicher Form aus und überzieht dabei die Siedröhren und die Flächen des Saftraumes mit einer Kruste, welche aus Kalksalzen, namentlich oxalsaurem Kalk und Kalkseifen, letztere gebildet durch Einwirkung des gelösten Kalkes auf zugesetztes Fett, besteht. Diese Incrustationen werden der weiteren Verdampfung mit der Zeit hinderlich, weil die Wärme des Dampfes durch die dadurch dicker werdenden Röhrenwandungen schwieriger durchgelassen wird. Man muss daher von Zeit zu Zeit eine gründliche Reinigung vornehmen, man bläst zunächst durch direct einströmenden Dampf den Saft von A nach B, lässt ihn von hier und von C abfliessen und füllt dann alle Körper mit Wasser, dem zur Lösung der Kalksalze etwas Salzsäure zugesetzt ist, lässt einige Zeit bei ganz geöffneten

Mannlöchern stehen, lässt das salzsaure Wasser unten ablaufen, dämpft den Apparat aus und spült wiederholt mit Wasser, nachdem man die einzelnen Röhren mit passenden cylindrischen Bürsten gereinigt hat. Es ist hierbei zu berücksichtigen, dass die angewandte Salzsäure, so wie die aus den Kalksalzen frei werdenden Säuren das Eisen angreifen, man lasse daher den Apparat nie länger mit der Säure in Berührung, als unbedingt erforderlich ist. Ferner beachte man, dass bei der Einwirkung der Säuren auf das Eisen Wasserstoff frei wird, welcher, indem er sich mit Luft mischt, das sehr explodirbare Knallgas bildet; man lasse daher den Apparat nach dem Ablassen des sauren Wassers längere Zeit stehen, oder besser dämpfe denselben sofort aus, ehe man sich ihm mit einem brennenden Lichte nähert. Otto erzählt, wie bei dem Unterlassen dieser Vorsicht in einer Fabrik ein schwerer Unglücksfall sich ereignete.

Zur Beseitigung der dann noch im Dicksaft verbleibenden Unreinigkeiten wird eine zweite Filtration durch Kohle vorgenommen. Wir haben oben schon erwähnt, dass die frisch gefüllten Filter immer zuerst mit Dicksaft beschickt werden. Man lässt ihn so lange hindurchgehen, wie die Kohle noch die Fähigkeit hat genügend zu entfärben. Der filtrirte Dicksaft muss völlig blank, fast farblos sein.

14. Verkochen des Dicksaftes.

Die im Vorhergehenden beschriebenen Operationen bezweckten neben einer Concentration vorzugsweise die Entfernung der Stoffe aus dem Saft, welche durch die aufeinander folgende Einwirkung von Kalk, Kohlensäure, Knochenkohle zu beseitigen sind, mithin eine Verbesserung des Verhältnisses von Zucker und Nichtzucker. Eine weitere Verbesserung dieses Verhältnisses ist nicht mehr zu erreichen, es handelt sich daher nun darum, den noch im Safte, der nach der zweiten Filtration als Klärsel bezeichnet wird, gelösten Zucker in feste Form überzuführen, ihn krystallisiren zu lassen, um dann den krystallisirten Zucker von den nicht, oder schwerer krystallisirbaren Körpern, welche in die Mutterlauge, den Syrup, übergehen, zu trennen.

Es kommen dabei folgende Momente in Betracht:

1. Der Zucker erfordert zu seiner Lösung ein bestimmtes Quantum von Wasser.

2. Eine Lösung, welche Zucker und Wasser gerade in solchem Verhältniss enthält, dass dieselbe weitere Mengen von Zucker nicht mehr lösen kann, bezeichnet man als eine gesättigte Lösung.

3. Eine verdünntere Lösung ist durch Verdampfen in eine gesättigte zu verwandeln.

4. Eine gesättigte Lösung muss, wenn sie weiter concentrirt wird, Zucker abscheiden und dieser nimmt dabei, so lange noch Lösung vorhanden ist, Krystallform an.

5. Eine bei niederer Temperatur gesättigte Lösung kann bei höherer Temperatur noch Zucker lösen.

6. Eine siedend heiss gesättigte Lösung wird daher bei Erniedrigung der Temperatur eine entsprechende Menge von Zucker auskrystallisiren lassen, wobei eine gesättigte Zuckerlösung zurückbleibt, deren Concentration der Temperatur entspricht. Entzieht man dieser durch weiteres Verdunsten Wasser, so wird sie beim Erkalten eine zweite Krystallisation von Zucker liefern; ebenso wird die hier zurückbleibende Mutterlauge bei nochmaliger Concentration eine dritte Krystallisation geben.

7. Eine gesättigte Zuckerlösung kann noch andere Stoffe, Nichtzucker, lösen.

8. Eine siedend heiss gesättigte, Nichtzucker enthaltende Lösung lässt beim Erkalten fast reinen Zucker auskrystallisiren, während der Nichtzucker in der Mutterlauge, dem Syrup, concentrirt wird.

9. Der Nichtzucker beeinträchtigt das Krystallisationsvermögen des Zuckers.

10. Sobald der Gehalt der Lösungen an Nichtzucker ein bestimmtes Maass übersteigt, wird eine solche Flüssigkeit, obgleich sie sehr reich an Zucker ist, selbst bei stärkster Concentration keinen Zucker mehr auskrystallisiren lassen.

11. Gesättigte Zuckerlösungen sieden unter gewöhnlichem Druck bei 115—120°, durch entsprechende Luftverdünnung kann der Siedpunkt auf 50—60° herabgebracht werden.

12. Concentrirte Zuckerlösungen werden durch anhaltendes Sieden bei Zutritt der Luft verändert, sie färben sich gelb bis dunkelbraun, ein Theil des Zuckers wird dabei zersetzt, unkrystallisirbar. Kocht man bei 50—60°, so findet diese Veränderung nicht statt.

Das Verfahren des Verkochens des Dicksaftes oder Klärsels ist daher im Wesentlichen Folgendes. Man verdampft den vom Filter kommenden Saft bei möglichst niederer Temperatur, stets im luftleeren Raume, möglichst rasch soweit, bis er eine solche Concentration erlangt hat, dass er entweder beim Erkalten reichliche Krystallisation von Zucker giebt, Blankkochen, oder dass sich bereits in der Wärme Krystalle ausscheiden, Kochen auf Korn. Die auf die eine oder andere Weise erhaltenen Krystalle werden von der Mutterlauge, dem Syrup, getrennt und von anhängendem Syrup soweit wie möglich befreit. Diese erste Krystallisation bezeichnet man als das erste Product. Der vom ersten Product gewonnene Syrup wird weiter concentrirt, stets durch Blank-

kochen und scheidet sich beim Erkalten in eine zweite Zuckerkrystallisation, das zweite Product und Syrup vom zweiten Product. Das zweite Product ist stets von anhängendem Nichtzucker weniger rein als das erste, es ist mehr gefärbt, enthält mehr fremde Bestandtheile, immer ist darin aber das Verhältniss von Zucker und Nichtzucker ein günstigeres, als im Dicksaft vor der ersten Krystallisation. Der Syrup vom zweiten Product liefert bei weiterem Verdampfen eine Krystallisation vom dritten Product. Je nach der Beschaffenheit der Rüben und je nach der mehr oder minder gut durchgeführten Reinigung der Säfte kann man dann aus dem Syrup vom dritten Product noch eine vierte Krystallisation gewinnen, oder der Syrup ist nicht mehr krystallisationsfähig, bildet Melasse.

Das erste Product ist immer fertige Handelswaare, geht an die Raffinerien, mit den folgenden Krystallisationen, den Nachproducten verfährt man auf verschiedene Weise, je nach ihrer Qualität.

Fällt das zweite Product hell von Farbe, sind die Krystalle desselben gut ausgebildet, hat es scharfes Korn, so mischt man es häufig mit dem ersten Product. Ist die Qualität des zweiten Productes nicht so gut, so findet es zu etwas geringerem Preise seinen Markt, ebenso die weiteren Nachproducte. In sehr vielen Fällen ist es aber vortheilhafter, die Nachproducte selbst in erstes Product zu verwandeln und nur wenig Nachproduct zu erzeugen. Im zweiten Product ist, wie erwähnt, das Verhältniss von Zucker und Nichtzucker immer ein besseres als im Dicksaft; durch Beseitigung des Syrups aus den weiteren Nachproducten, die durch die verbesserten Einrichtungen der Fabriken leicht ausführbar ist, ist auch in den Nachproducten ein ähnliches Verhältniss herzustellen. Wenn man daher derartige Nachproducte in dem Dicksaft auflöst, wird man die Qualität des Dicksaftes nicht allein nicht verschlechtern, sondern sogar verbessern, weil dann in dem Dicksaft auch das Verhältniss seiner Bestandtheile verbessert wird. Man wird daher nach dieser Operation aus einem gleichen Quantum von Dicksaft mehr erstes Product erzielen und zugleich die Nachproducte zum grössten Theil in werthvolleres erstes Product umarbeiten.

Man bezeichnet diese Operation als das Einwerfen und führt es so aus, dass man den Saft im Verdampfapparate nicht bis zu der oben angegebenen Concentration bringt, sondern ihn früher abzieht. In dem Safte löst man dann soviel Nachproduct, bis derselbe 50° Saccharometer zeigt und bringt ihn dann erst zur zweiten Filtration. Die Kohle nimmt dabei nicht allein von dem Nichtzucker des Saftes, sondern selbstverständlich auch von dem Nichtzucker der eingeworfenen Producte auf und bewirkt so eine weitere Reinigung.

Der Verkochapparat, der Vacuumapparat, schlechtweg auch Vacuum oder Apparat genannt, ist im Wesentlichen dem letzten Körper des RILLIEUX'schen Verdampfapparates gleich, nur wird derselbe, da die Quantität des zu verkochenden Klärsels immer weit geringer als die des Dünnsaftes ist, von kleineren Dimensionen genommen und statt der cylindrischen Form giebt man ihm entweder die Gestalt einer Kugel, oder eine von sphärischer Form, deren oberer Theil eine Halbkugel, deren unterer Theil ein flaches Kugelsegment ist.

Ein derartiger Vacuumapparat ist in Fig. 1 und 2, Tafel XXXII, in ersterer in vorderer Ansicht, in letzterer im Grundriss dargestellt. Den nicht mehr gebräuchlichen Röhrencondensator haben wir schon früher beschrieben. Der eigentliche Vacuumapparat A besteht aus einem halbkugelförmigen, kupfernen Behälter mit flachem Boden. Unter dem Boden ist ein gewölbter Mantel angebracht, der, mit directem Dampf gefüllt, zur Heizung dient. Zur Vergrösserung der Heizfläche liegt im Innern des Behälters, dicht über dem Boden desselben eine spiralförmig gebogene Röhre, welche ebenfalls directen Dampf erhält. Der cylindrische Aufsatz B lässt die beim Aufschäumen und spritzenden Kochen in die Höhe gerissenen Tropfen an den Wänden herab und in den Verdampfraum zurückfliessen. Die Dämpfe entweichen durch das Rohr C in den Uebersteiger D und gehen von dort in den mit der Luftpumpe verbundenen Condensator E. Statt der ganzen letzteren Vorrichtung, dem Uebersteiger und Condensator, verwendet man zweckmässiger den in Fig. 3, Taf. XXXI gezeichneten Condensator mit Uebersteiger, bei dem die Dämpfe bei C eintreten.

Das zu verdampfende Klärsel sei in dem Reservoir G enthalten, dieses letztere steht durch das Rohr N und einen der drei Hähne I mit dem Innern des Apparates in Verbindung. Setzt man nun die Luftpumpe in Thätigkeit, so wird durch den Druck der auf G lastenden Atmosphäre der Saft aus diesem Reservoir in den Apparat gedrückt oder eingezogen. Sobald derselbe den richtigen Stand erreicht hat, was man durch die Glasaugen J J' beobachten kann, schliesst man den Hahn I und lässt durch Oeffnen der Dampfventile M M' Dampf in den Mantel und die Dampfspirale treten. Beim ersten Beginn des Kochens lässt man Wasser in den Condensator fliessen und erhält hierdurch, sowie durch die Thätigkeit der Luftpumpe während der ganzen Dauer der Operation ein möglichst vollständiges Vacuum. Bei der grossen Temperatur-Differenz des Heizdampfes, wir haben hier nicht Retour-, sondern directen Dampf und des Siedpunktes des Saftes erfolgt die Verdampfung ungemein rasch und ist in kurzer Zeit beendet.

Mittelst des Butterhahnes K, dessen oberer Theil mit geschmolzener

Butter oder einem andern Fett gefüllt ist, kann man bei zu schaumigem Kochen das Ueberkochen vermeiden. Ausserdem sind am Apparate noch vorhanden: ein Barometer, gewöhnlich Federbarometer, um den Grad der Luftverdünnung beurtheilen zu können, ein Thermometer zur Beobachtung der Temperatur der siedenden Flüssigkeit, ein Lufthahn b, welcher sich nach innen öffnet, wenn derselbe durch die beiden verbundenen Hebel b' b'' bewegt wird und Luft in das Innere des Raumes eintreten lässt. Ein Mannloch L dient zur Reinigung.

Zum Ablassen des fertigen Saftes dient ein Ventil in einem Rohrstutzen, welcher durch den Mantel in den Boden eintritt, dieses ist mittelst eines Hebelwerkes und des Rades O beweglich. Beim Oeffnen dieses Ventils fällt die fertige Masse in die darunter befindliche Rinne P und wird von dieser in einen zu ihrer Aufnahme bestimmten Behälter geleitet.

Wird derselbe Apparat, wie früher beschrieben, zum Verdampfen des Dünnsaftes benutzt, so lässt man diesen, wenn er genügende Concentration erlangt hat, in das Reservoir R und von da in den Montejus S fliessen, welches durch T den Dampf erhält und den Saft durch das vertikale Rohr in ein über den Filtern stehendes Reservoir drückt.

Eine veränderte Construction des Vacuums zeigen die Figuren 60 und 61 im Durchschnitt und äusserer Ansicht. Die hier gewählte Form

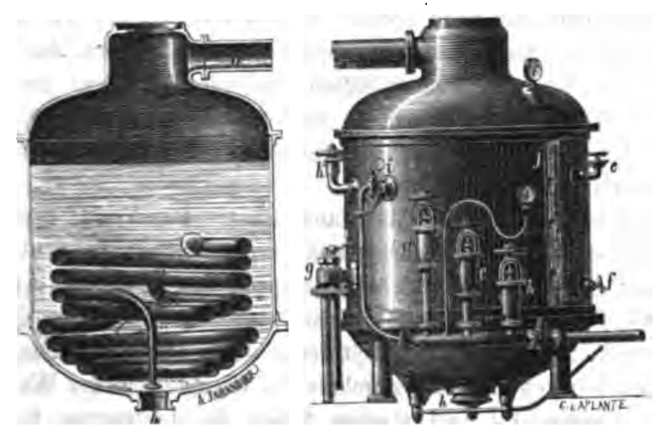


Fig. 60. Fig. 61.

ist die eines kurzen Cylinders, der untere wie der obere Theil ist gewölbt. Die Heizung erfolgt nicht mittelst eines Mantels, sondern durch drei über einander liegende spiralförmige Röhren, von denen jede einerseits mit der directen Zuleitung des Dampfes und andererseits mit einem Retour d'eau, in welches das Condensationswasser abfliesst, in Verbindung steht. Mittelst der Ventile b c d kann jeder Spirale nach Be-

lieben Dampf zugeleitet werden. Man kann hiernach bei voller Füllung des Apparates alle drei Spiralen gleichzeitig verwenden, ist der Apparat nicht so weit gefüllt, so schliesst man die obere Spirale und arbeitet nur mit der mittleren und unteren, ist endlich nur ganz wenig Flüssigkeit vorhanden, so sperrt man auch die mittlere ab und hat in der unteren Spirale noch genügenden Dampf. Durch diese Absperrung der einzelnen Spiralen vermeidet man, dass der Saft bei niedrigem Niveau auf den heissen Röhren auftrocknet. Das Zuleitungsrohr des Dampfes ist mit einem Manometer versehen, um den in den Spiralen herrschenden Druck beurtheilen zu können. Von dem Dampfrohr zweigt sich weiter ein viertes Rohr C ab. Dieses mündet frei im Innern des Apparates und dient namentlich dazu, beim Anfang einer Operation rasch ein Vacuum dadurch herzustellen, dass der einströmende Dampf die noch im Apparate befindliche Luft verjagt.

Die Saftdämpfe entweichen durch ein Rohr in dem cylindrischen Aufsatz in den mit der Luftpumpe verbundenen Condensator. Ein oben angebrachtes Barometer zeigt den Grad der Luftverdünnung. e ist ein Fetthahn, f eine Sonde, um Proben der Masse während des Siedens ziehen zu können. Die durch ein Hebelwerk und Ventil verschlossene Oeffnung h am Boden dient zum Ablassen der fertigen Masse.

Die Operation des Verkochens ist etwas verschieden, je nachdem man blank, oder auf Korn kocht. Das erstere Verfahren, das Blankkochen, ist ohne Ausnahme bei jedem Safte, das letztere, das auf Korn kochen, nur bei sehr reinen Säften, bei vorzüglich gut geschiedenen Säften zu Anfang der Campagne, namentlich bei solchen Säften ausführbar, bei denen man durch Einwerfen der Nachproducte die Beschaffenheit verbessert hat.

Betrachten wir zuerst das Blankkochen. Das Ventil, welches mit dem Saftreservoir in Verbindung steht wird geöffnet, die Luftpumpe in Thätigkeit gesetzt. Der Saft wird eingezogen. Wenn der Apparat zu etwa zwei Drittel gefüllt ist, schliesst man das Saftventil. Der Stand der Flüssigkeit lässt sich jederzeit leicht durch an der Seite angebrachte Glasaugen beobachten. Bei zugeleitetem Dampfe, starker Wasserzuleitung im Condensator und starker Arbeit der Luftpumpe kommt der Saft bald in's Kochen und verdunstet ungemein rasch. Von Zeit zu Zeit zieht man von neuem Saft nach, um den Apparat möglichst gefüllt zu erhalten und erreicht es auf diese Weise, dass man schliesslich, trotz der durch die Verdunstung eingetretenen Volumverminderung den ganzen Apparat mit fertiger Masse gefüllt hat. Den Endpunkt der Verkochung kann man nicht mehr, wie beim Verdampfen des Dünnsaftes, durch das Einsinken des Saccharometers constatiren, weil der

Saft schliesslich so dickflüssig wird, dass das Saccharometer nur äusserst langsam einsinkt und keine richtigen Angaben mehr macht und weil die Grade, bei welchen der Saft entweder noch nicht genügend, oder schon zu weit concentrirt ist, so nahe bei einander liegen, dass sie mittelst des Saccharometers nicht mehr zu constatiren sind. Es ist hier die Kunst und die Erfahrung des Siedemeisters entscheidend. Diese wird geleitet durch die äussere Beschaffenheit, den Grad der Zähflüssigkeit des Saftes, welche durch die sogenannte Fadenprobe erkannt wird. Man führt dieselbe aus, indem man einen Tropfen des Saftes zwischen der Spitze des Daumens und Zeigefingers leicht verreibt und beide Finger nicht zu rasch von einander entfernt. Der richtige Concentrationsgrad ist erreicht, wenn dabei die Flüssigkeit so klebrig ist, dass sie einen Faden bildet, der bei gewisser Entfernung der beiden Finger zerreisst; bei nicht genügender Concentration findet keine Fadenbildung statt, bei zu hoher lässt sich dagegen der Faden, ohne zu zerreissen, fast beliebig lang ausspinnen. Diese Verschiedenheiten in der Beschaffenheit des Saftes lassen sich kaum genau beschreiben, sie müssen durch eigene Beobachtung erlernt werden.

Zur Entnahme der Probe kann man den Apparat nicht öffnen, weil dadurch die Luftleere aufgehoben werden würde, man kann auch nicht mittelst eines Hahnes von der Flüssigkeit ausfliessen lassen, weil dabei wohl Luft in den Apparat eindringen, aber keine Flüssigkeit austreten würde, endlich kann man sich dazu auch nicht des früher beschriebenen Taf. XXXII, Fig. 3 abgebildeten Apparates bedienen, mit welchem man Dünn- oder Dicksaft aus dem Verdampfapparat nimmt. Es dient hiezu vielmehr ein eigener Apparat, die Sonde. Es ist das ein Rohr von Bronze, welches abwärts gerichtet, in schräger Lage im Apparate befestigt ist, mit seinem oberen, offenen Ende an der äusseren Wand mündet. Unten, fast in der Mitte des Kochraumes, ist das Rohr verschlossen, hat aber an seiner Längseite einen kreisförmigen Ausschnitt von ca. 1 C.M. Durchmesser. Innerhalb dieses Rohres steckt eine drehbare, unten geschlossene, oben offene, mit einem gleichen kreisförmigen Ausschnitt versehene Kapsel. Dreht man die Kapsel so, dass ihr Ausschnitt mit dem Ausschnitt des äussern Rohres zusammenfällt, so communicirt die Kapsel mit dem Innern des Apparates, bei jeder anderen Stellung ist aber jede Verbindung abgeschnitten, so dass keine Luft auf diesem Wege eindringen kann. Um nun eine Probe zu nehmen, führt man einen massiven Piston, der unten eine dem Ausschnitt der Kapsel und des Rohres entsprechende Vertiefung hat, in die Kapsel und zwar so, dass die Vertiefung mit dem Ausschnitt der Kapsel zusammenfällt und dreht nun beide zusammen so, dass alle drei, die Vertiefung in dem

Piston, der Ausschnitt der Kapsel und der Ausschnitt des Rohres zusammenfallen. Es kann dann eine kleine Quantität der Masse in die Vertiefung des Pistons fliessen; sobald dies geschehen, dreht man Piston und Kapsel so, dass die Communication mit dem Innern wieder abgeschlossen ist, zieht das Piston zurück und kann dann die Probe vornehmen.

Zeigt die Fadenprobe den richtigen Grad der Concentration, so ist das Kochen beendet. Man setzt dann Luftpumpe, Condensator ausser Thätigkeit, lässt durch Oeffnen des Lufthahnes Luft in den Apparat eintreten, sperrt den Dampf ab und lässt die fertige Füllmasse durch Oeffnen des Abflussventils aus dem Apparate, um sofort eine neue Operation zu beginnen.

Während des Kochens können einzelne Zufälligkeiten eintreten, die mehr oder weniger störend auf die Operation einwirken. Bei schlechten Säften, oder nicht gut geschiedenen Säften ereignet es sich oft, dass der Saft nicht ruhig kocht, sondern stark schäumt und jeden Augenblick überzusteigen droht. Man kann dann Verlusten nur vorbeugen, wenn man die Temperatur sehr vorsichtig regulirt, nicht zu viel Dampf zutreten lässt und lieber langsamer unter etwas höherem Druck kocht. Ein plötzliches Aufwallen kann man durch etwas Fett unschädlich machen, da die Dampfblasen unter der Fettschichte rasch platzen, ausserdem durch Zulassen von etwas Luft durch vorsichtiges momentanes Oeffnen des Lufthahnes.

Das Gegentheil tritt ein, wenn der Saft einen Ueberschuss von Kalk oder viel Alkalien enthält. Der Kalk sowohl wie die Alkalien können im Safte nur mit Zucker verbunden sein und diese alkalischen Zuckerverbindungen haben die Eigenschaft, bei einer bestimmten Concentration des Saftes das Kochen und die rasche Verdunstung zu unterbrechen und zugleich unter Bildung von gefärbten Producten einen Theil des Zuckers zu zersetzen. Es ist nicht bekannt, wie die alkalischen Zuckerverbindungen so auf das Sieden influiren. Es gelingt kaum unter solchen Umständen das Verkochen zu Ende zu führen und es bleibt nichts übrig, als die Masse aus dem Apparate zu entfernen, mit Wasser bis zur Concentration des Dicksaftes zu verdünnen und von Neuem zu filtriren.

In den meisten Fällen wird man dann durch die Einwirkung frischer Kohle den Kalk und die Alkalien in genügendem Maasse entfernen. Sollte dieses durch blosse Filtration nicht erreicht werden, so erreicht man es sicher, indem man den Zuckerkalk, resp. die Zuckeralkalien durch Zusatz verdünnter Schwefelsäure zersetzt. Diese macht den Zucker frei und verbindet sich mit dem Kalk und Alkalien, deren

Salze nicht mehr hinderlich auf das Verkochen wirken. Bei dieser Neutralisation mit Säure hat man jedoch sehr vorsichtig zu verfahren und auf das ängstlichste jeden Ueberschuss zu vermeiden, da die geringste Menge freier Säure die Gesammtmenge des Zuckers beim Erhitzen unkrystallisirbar machen würde. Man darf nie so viel Schwefelsäure zugeben, dass der Saft sauer reagirt, er muss stets eine schwach alkalische Reaction behalten, also gelbes Curcumapapier bräunlich, rothes Lackmuspapier blau färben. Bei solchen Säften, die erfahrungsgemäss schlecht kochen, nimmt man regelmässig die Abstumpfung der Alkali's vor der letzten Filtration vor. Statt der Schwefelsäure bedient man sich häufig dazu der Phosphorsäure, die sich mit dem Kalk zu einem unlöslichen Kalksalz vereinigt und so den grössten Theil des Kalkes entfernt, wodurch die Wirksamkeit der Kohlenfilter weniger leidet. Den sich bildenden Niederschlag von phosphorsaurem Kalk beseitigt man durch ein kleineres Vorfilter.

Bei dem Blankkochen ist die fertige Füllmasse eine gesättigte Lösung, deren Concentration der Temperatur, bei welcher gekocht wurde, entspricht, die Ausscheidung des Zuckers in Krystallen erfolgt erst bei der Abkühlung. Bei dem Kochen auf Korn treibt man dagegen die Concentration viel weiter, man stellt im Vacuum eine Zuckerlösung von solcher Dichte dar, dass die Lösung selbst bei Siedhitze nicht mehr allen Zucker gelöst zu halten vermag, sondern bereits einen grossen Theil desselben in Krystallen abscheidet. Beim Kochen auf Korn erhält man daher, nachdem schliesslich beim Erkalten die Krystallisation erfolgt ist, viel fertiges Product und wenig Syrup, während beim Blankkochen die Menge des Syrups weit beträchtlicher ist. Würde man nun solche Säfte, die an sich sehr unrein sind, auf Korn kochen, so würde schliesslich eine Zuckerkrystallisation erfolgen, die die Mutterlauge, den die Unreinigkeiten enthaltenden Syrup so fest einschliesst, dass diese nicht mehr vollständig zu trennen sein würden. Man kocht daher, wie oben erwähnt, nur vorzüglich gute, oder durch Einwerfen verbesserte Säfte auf Korn, da hier weniger Syrup überhaupt gebildet und dieser leicht zu beseitigen ist.

Die Operation selbst wollen wir an einem speciellen Beispiele beschreiben. Eine Fabrik, welche täglich 250000 Kilo Rüben verarbeitet, besitzt zwei Vacuum-Apparate von der in Fig. 60 und 61 gezeichneten Form, der Durchmesser derselben beträgt 2,30 Meter, die Höhe zwischen den beiden Boden 2,50 Meter, sie fassen jeder 60 Hectoliter fertige Füllmasse, wenn der des Hectoliter vom ersten Product 145 bis 148 Kilo wiegt; die Füllmasse vom zweiten und dritten Product wird weniger concentrirt gekocht und wiegt per Hectoliter 140—143 Kilo.

Die Apparate werden zunächst luftleer gemacht, indem man durch einen Dampfstrahl die Luft vertreibt und dann Condensator und Luftpumpe in Betrieb bringt, worauf das Klärsel eingezogen wird. Um den Stand desselben beurtheilen zu können, sind in vier verschiedenen Höhen Glasaugen angebracht. Man sperrt das Saftventil ab, wenn der Saft die Höhe des unteren Auges erreicht hat und lässt sofort durch Oeffnen des Hahnes b Dampf in die untere Spirale eintreten. Durch Condensator und Luftpumpe erhält man die Luftverdünnung auf 10 bis 11 Centimeter Barometerstand. Der Dampfdruck in der Spirale beträgt 5 Atmosphären, welches einer Temperatur von ca. 150° entspricht. Bei dem angegebenen Luftdruck siedet der Saft bei 60°, es herrscht daher eine sehr beträchtliche Differenz zwischen der Temperatur der Heizfläche und dem Siedpunkt, wodurch die Verdampfung ungemein rasch verläuft. Man zieht während derselben beständig Saft nach, in solchem Maasse, dass das Niveau der Flüssigkeit nahezu constant erhalten wird und fährt damit fort, bis der Saft eine Concentration von 70 bis 72° Saccharometer erlangt hat. Man verlangsamt darauf die Verdampfung etwas und zwar dadurch, dass man den Druck im Innern auf 25 C.M. Barometerstand zunehmen lässt und nur Dampf von 2 Atmosphären Spannung oder 122° in die Spirale eintreten lässt. Den Saft zieht man während dessen in kleinen Quantitäten nach, so dass beständig annähernd die obige Concentration erhalten wird; in dem Maasse wie das Niveau des Saftes dabei steigt, bringt man die beiden anderen Dampfspiralen ebenfalls in Thätigkeit; ist die mittlere von Saft bedeckt, so lässt man zunächst Dampf in diese treten und steht endlich der Saft über der dritten, so leitet man den Dampf auch in diese. Wenn der Saft endlich den höchsten Stand erreicht hat, was man daran erkennt, dass sein Niveau an das oberste Glasauge tritt, schliesst man das Saftventil ab und kocht bis zur Fadenprobe. Ist diese erreicht, so erniedrigt man die Temperatur der Masse dadurch, dass man die Verdünnung auf 5—7 C.M. Barometerstand bringt, auf 50—55°, während die Temperatur des Dampfes in den drei Spiralen auf 122° erhalten wird. Bei dieser niederen Temperatur beginnt bald eine Ausscheidung von Zuckerkrystallen, wie man leicht an dem breiigen Aussehen der an die Glasaugen geworfenen Masse erkennen kann. Man zieht dann beständig, in dem Maasse wie die Verdunstung fortschreitet, kleine Mengen von Saft nach und erhält so schliesslich den ganzen Apparat mit einer breiigen Zuckermasse, in welcher zahllose Krystalle vertheilt sind, erfüllt.

Nach 7—8 Stunden ist die Kochung beendet, man stellt die Luftpumpen ab, öffnet den Lufthahn und lässt die Füllmasse durch das Ventil am Boden und eine Rinne in die Krystallisationsgefässe fliessen.

Die letzteren müssen geräumig genug sein, um die ganze Füllmasse einer Operation oder ca. 8700 Kilo aufzunehmen. Es genügen dazu zwei Gefässe von je 3 Meter Länge, 1 Meter Breite und 50 C.M. Tiefe. Da jeder Verdampfapparat mit Leichtigkeit in 24 Stunden 2 Operationen machen kann, so würde man mit beiden täglich 35000 Kilo Füllmasse fertig schaffen, oder etwa anderthalbmal so viel wie aus 250000 Kilo Rüben zu erwarten steht. Die Apparate können daher auch noch bequem die Syrupe vom ersten und zweiten Product verkochen.

In neuester Zeit hat man versucht, noch während des Verkochens eine Verbesserung der Säfte herbeizuführen, indem man, nach dem Verfahren von SEYFFERT, eine wässrige Lösung von schwefliger Säure dem siedenden Safte zusetzt. Die schweflige Säure bleicht dabei einen Theil des Farbstoffs, ausserdem zersetzt sie die Kalk- und Alkali-Verbindungen des Zuckers. Die gewonnenen Zuckerkrystalle zeichnen sich durch sehr helle Farbe, scharfes Korn vortheilhaft aus, sie sind frei von fremdem Geruch und Geschmack. In zahlreichen Fabriken, welche das Verfahren in der Campagne 1869/70 einführten, hörten wir sehr günstige Urtheile über dasselbe, es scheint jedoch, dass so behandelte Zucker sich nicht so leicht raffiniren lassen, wie die ohne Zusatz von schwefliger Säure gekochten, es soll der gebildete schwefligsaure Kalk in die Krystalle übergehen, sich an der Luft oxydiren und dann die Kohlenfilter der Raffinerie stark abnutzen. Andere Raffinereure wollen jedoch solchen Einfluss nicht bemerkt haben.

15. Krystallisation und Verarbeitung der Nachproducte.

Je nach der Qualität der Säfte und je nach den Einrichtungen der Fabrik kann man bei der Krystallisation verschiedene Producte erzeugen: Melis oder Rohzucker. Ersterer nur bei vorzüglich gut beschaffenen, gut geschiedenen, durch Einwerfen verbesserten Säften, letzteren aus jedem Saft. Melis und Rohzucker unterscheiden sich dadurch von einander, dass der erstere stets eine feste Masse von bestimmter Form bildet, die dadurch entstanden ist, dass zahllose kleinere, mehr oder weniger gut ausgebildete Krystalle dicht unter einander verwachsen und fest mit einander verbunden sind, während beim letzteren, dem Rohzucker, die einzelnen Krystallindividuen durchgängig besser ausgebildet, grösser, nicht unter einander verwachsen sind; weiter wird beim Melis durch besondere Vorrichtungen die vollständige Entfernung des Syrups herbeigeführt, die beim Rohzucker nicht in gleichem Maasse erforderlich ist. Der Saftmelis ist unmittelbar Consumtionsartikel, der Rohzucker wird auf Raffinade verarbeitet.

Saftmelis kann man sowohl aus blank gekochter, wie aus auf Korn

gekochter Füllmasse darstellen, das letztere Verfahren ist aber das allgemein übliche und das richtigere. Die auf Korn gekochte Füllmasse ist zu betrachten als ein inniges Gemenge von ausgeschiedenen Zuckerkrystallen mit blank gekochter Füllmasse. Letztere krystallisirt hier beim Erkalten auf und zwischen bereits vorhandenen Krystallen und wird daher immer eine dichtere, geschlossenere Zuckermasse geben, als eine blankgekochte Füllmasse, in welcher nur soviel Krystalle entstehen können, wie der Concentration entspricht.

Um aus auf Korn gekochter Masse Saftmelis zu erhalten, lässt man die Füllmasse aus dem Vacuum in einen Behälter fliessen, der geräumig genug ist, das Product der ganzen Kochung aufzunehmen. Dieser Behälter bildet eine grosse, flache, kupferne Schale, mit doppelten Wänden und kann durch Dampf geheizt werden. Hierin erwärmt man die mit einer Temperatur von 50—60° aus dem Apparat kommende Masse bis auf 90° und bringt sie dann in die Krystallisationsgefässe, die bekannten Hut- oder Brotformen, von lackirtem Eisenblech. Dieses Anwärmen der auf Korn gekochten Füllmasse hat den Zweck, bei höherer Temperatur einen gewissen Theil der gebildeten Krystalle wieder zu lösen. Es lösen sich dabei aber nicht alle Krystalle gleichmässig, sondern vorzugsweise die kleineren, weil diese am meisten Oberfläche darbieten, während die grösseren ungelöst bleiben und das Korn des Zuckers bilden. Beim späteren Erkalten scheidet sich dann der gelöste Theil wieder aus, wächst zwischen die vorhandenen Krystalle und bewirkt so die Festigkeit der Masse, die Dichte des Brotes.

Bei blank gekochter Füllmasse sucht man diese Festigkeit dadurch zu erreichen, dass man die Ausbildung grosser Krystalle vermeidet, indem man beim Beginn der Ausscheidung der Krystalle die Masse durch Umrühren in Bewegung bringt. Die für die Melisbereitung etwas stramm gekochte Füllmasse von starker Fadenprobe kommt zu dem Behuf in einen ähnlichen Behälter wie die auf Korn gekochte, den Kuhler, wird hier aber nicht erwärmt, sondern verbleibt darin bis die Krystalle entstehen, sie wird dann mit einem hölzernen Spatel kräftig umgerührt und nach einiger Zeit auf die Formen gefüllt.

Die Formen sind in Fig. 6, Tafel XXXI dargestellt. a sind die in einem Holzgerüste hängenden Formen. Ist die Krystallisation erfolgt, so öffnet man ein in der abwärts gekehrten Spitze und bis dahin mit einem Stopfen verschlossenes Loch, durch welches der Syrup auf die schiefen Ebenen b b′ fliesst und von dort durch das Rohr c einem Reservoir zugeführt wird. Die weitere Behandlung des Saftmelis in den Formen ist dieselbe wie bei der Darstellung der Raffinade, wir werden diesen Theil der Arbeit später beschreiben.

Bei der Darstellung des Rohzuckers bedient man sich der verschiedensten Krystallisirgefässe, entweder der Hutformen wie beim Melis, dieselben werden dann aber drei- bis viermal grösser genommen, oder viereckiger oder fünfeckiger Kästen von grösseren Dimensionen, oder aber, wie oben angegeben ist, ganz grosser Behälter, von denen jeder etwa den dritten Theil eines ganzen Sudes aufzunehmen im Stande ist. Welche Form man auch wähle, stets sind sie in einem stark geheizten, 28—32° warmen Raum aufgestellt. Die Grösse der sich bildenden Krystalle, die Schärfe des Korns wird dadurch bedingt, dass die Krystalle sich möglichst langsam bilden, dass sie Zeit zum wachsen haben und dieses kann man nur durch eine ganz allmälige Abkühlung erreichen. Je rascher die Füllmasse erkaltet, um so mehr kleine feine Krystalle werden sich bilden, die Krystalle fallen ferner um so kleiner aus, je mehr fremde Stoffe, Nichtzucker, in der Masse enthalten sind. Bei vorzüglich gutem Saft wird man daher auch bei raschem Erkalten verhältnissmässig grosse Krystalle erhalten, während ein schlechter Saft unter gleichen Umständen nur zu einer schlammigen Masse erstarrt.

Da die Zeit der Abkühlung wesentlich von der Grösse der Krystallisirgefässe abhängig ist, so wird man die Form der letzteren stets der Beschaffenheit der Füllmasse anzupassen haben, gute Füllmassen bringt man in kleine, schlechtere in grössere Formen.

Die Zeit, welche bis zur Beendigung der Krystallisation erforderlich ist, richtet sich nach denselben Umständen. In kleinen Formen und bei guten Säften ist die Krystallisation schon nach 6—8 Stunden beendigt, bei grossen sind 24—36 Stunden erforderlich.

Von den ausgeschiedenen Krystallen hat man dann die Mutterlauge, den Syrup, zu trennen. Bei Hutformen öffnet man den Stöpsel im Boden, Kastenformen giebt man eine schräg geneigte Stellung, so dass der Syrup über deren Rand sich ergiessen kann, bei ganz grossen Behältern sind am Boden Abzugsöffnungen vorhanden.

Der Syrup fliesst dabei allmälig ab, um so rascher, je höher die Temperatur des Lokales ist, in welchem die Gefässe befindlich sind und je reiner die Masse war. Stets sind aber mehrere Tage dazu erforderlich. Man lässt dabei den Syrup entweder über schiefe Ebenen, oder in Metallrinnen laufen, welche ihn dann bestimmten Reservoirs zuleiten. Nach vollständigem Abfliessen ist der Zucker aber niemals ganz frei von Syrup, die einzelnen Krystalle halten vielmehr durch Flächenanziehung und durch Capillaritätswirkung einen Theil des Syrups zurück. Dieser wird bei den Hutformen durch Decken, bei den in Kasten krystallisirten Zuckern durch Centrifugalkraft entfernt. Beim Decken bringt man, nachdem der freiwillige Abfluss des Syrups auf-

gehört hat, auf die Oberfläche des Zuckers, in den stumpfen oberen Theil der Form entweder reines Wasser, oder eine Lösung von reinerem Zucker. Das Wasser löst einen Theil des Zuckers, sickert so mit Zucker gesättigt durch die Krystallmasse hindurch und verdrängt dadurch den anhaftenden Syrup. Durch eine zweite auf gleiche Weise gegebene Decke verdrängt man dann die Reste der beim Durchgange sich mit dem anhaftenden Syrup mischenden Lösung und fährt mit diesen Decken fort, bis der zurückbleibende Zucker genügend rein ist. Es begreift sich, dass es gleichgiltig ist, ob man zur Decke reines Wasser, oder Zuckerlösung anwendet, in ersterem Falle bildet sich die Lösung auf Kosten des zu deckenden Zuckers, in letzterem wird sie aus fertigem Zucker dargestellt. Die Deckung geschieht am besten in Hutformen, weil hier die Flüssigkeit den längsten Weg zurückzulegen hat; da es sich dabei um eine blosse Verdrängung handelt, so wird der Effect hier weit grösser sein, als in einem flachen Kasten. Nachdem die letzte Decke vollständig abgelaufen ist, schreitet man zum Löschen oder Entleeren der Formen.

Man nimmt dazu die Formen aus ihren Gestellen, kehrt sie um und stösst sie einige Male mit dem stumpfen Ende auf den Boden, worauf die mehr oder weniger zusammenhängende Zuckermasse herausstürzt. Sie wird dann noch mit einem Schlegel zerkleinert und zwischen Stachelwalzen zerdrückt, um so in den Handel gebracht zu werden.

Das Decken des Zuckers in den Formen nimmt sehr lange Zeit in Anspruch, weil der Syrup äusserst langsam abfliesst. Es sind daher sehr viele Krystallisationsgefässe, geräumige geheizte Locale dazu erforderlich, wodurch die Anlage der Fabrik ungemein vertheuert wird. Diese werden völlig überflüssig durch die Anwendung der Centrifugalmaschine, der Centrifuge, die jetzt in den bei weitem meisten Fabriken in Aufnahme ist. In manchen Fabriken beschränkt man ihre Anwendung auf die Nachproducte, in vielen centrifugirt man aber auch bereits das erste Product.

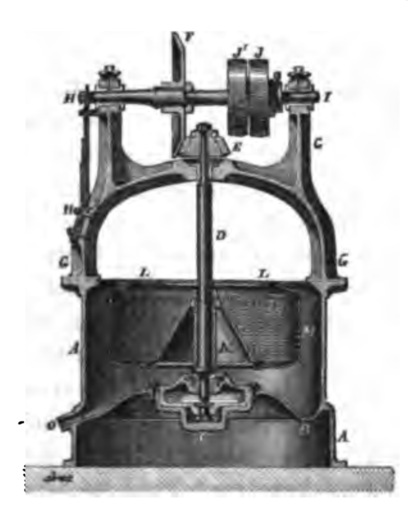


Fig. 62.

Die Centrifuge ist in Fig. 62 und 63 im Durchschnitt und äusserer Ansicht, in 64 von oben gesehen und 65 in einzelnen Details dargestellt.

Sie besteht aus zwei concentrischen Hohlgefässen, einem äusseren, aus Gusseisen angefertigten A, welches zur Aufnahme und mittelst der

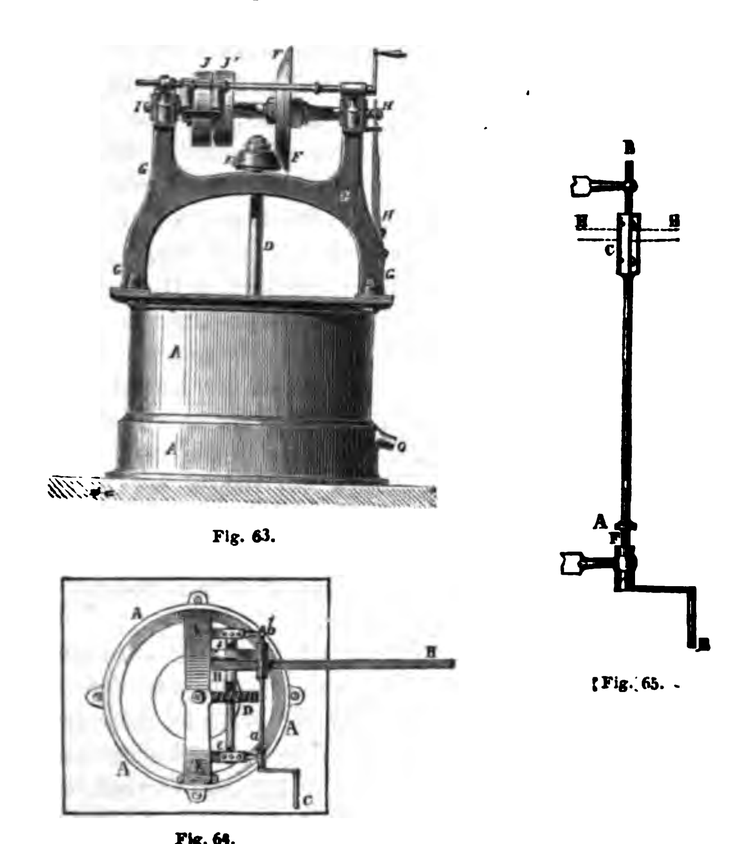


Fig. 63.

Fig. 64.

Fig. 65.

Tülle O zur Ableitung des Syrups bestimmt ist, während das Innere LL die Zuckermasse aufnimmt. Das letztere ist aus starkem gelochten Eisen- oder Kupferblech gefertigt und inwendig mit einem feinen Drahtsiebe M belegt. Dieses innere Gefäss, die Trommel, ist mittelst des Kegels K und einer darin befindlichen langen Stopfbüchse über die verticale Welle D geschoben und an dieser befestigt. Die Welle geht durch eine Stopfbüchse in dem hohlen Lager C und ruht mit ihrem Zapfen auf einer geschliffenen Stahlplatte. Zur Verringerung der Reibung ist das Lager mit Oel gefüllt.

Auf dem Rande des äusseren Gefässes, des Mantels, ist der starke eiserne Bügel G G, befestigt, der den Bewegungsmechanismus trägt. Die Welle D geht durch eine in diesem Bügel angebrachte Stopfbüchse, auf ihrem oberem Ende ist der aus fest zusammengepressten Leder-

scheiben gebildete Frictionskegel E aufgezogen, auf diesen wirkt die conische Frictionsscheibe F, welche auf der horizontalen Welle J sitzt und durch die Feder H H gegen den Kegel mehr oder weniger stark gedrückt wird, je nachdem man die Schrauben der Feder mehr anzieht oder lockert. Ueber die Leerscheibe J, welche lose auf der Welle H I läuft, geht der Triebriemen H, Fig. 64 und 65, derselbe wird, wenn der Apparat in Thätigkeit versetzt werden soll, mittelst der in Fig. 64 sichtbaren, in 65 vergrösserten Vorrichtung auf die Riemenscheibe J', die fest auf der Welle ist, geschoben. Die Stange a b (Fig. 64) A B (Fig. 65) liegt parallel über der Welle I H und trägt nahe ihrem Ende zwei Gabeln, zwischen denen der Triebriemen H liegt. Das bei B befindliche Ende der Stange gleitet in einem Lager in horizontaler Richtung, in das andere Ende B ist ein Schraubengewinde eingeschnitten. Die Mutter dieser Schraube ist mittelst der Kurbel E in einem Lager bei F drehbar. Zieht man die Kurbel E an, so wird die Schraube bei F sich in die Mutter eindrehen, in Folge dessen verkürzt sich die Stange und schiebt also den zwischen den Hebeln bei C gehaltenen Riemen allmälig auf die Riemenscheibe J' und überträgt so die Bewegung auf diese. Soll die Centrifuge ausser Thätigkeit gesetzt werden, so dreht man die Kurbel in entgegensetzter Richtung, wodurch der Riemen auf die Leerscheibe geschoben wird.

Die Construction der Centrifugen ist jetzt fast allgemein dahin abgeändert, dass der ganze Bewegungsmechanismus unter dem Apparate liegt. Die Trommel sitzt dann oben auf der Welle D, diese geht durch den Boden des Mantels hindurch, der Kegel, die Scheibe und Welle liegen unter demselben. Diese Einrichtung hat den Vortheil, dass man bequemer zur Trommel kommen, sie leichter beschicken und entleeren kann.

Die Trommel hat einen Durchmesser von 80 C.M. und 33 C.M. Tiefe, sie macht 1200 Umdrehungen pro Minute.

Nach Beendigung der Krystallisation des Zuckers stürzt man den ganzen Inhalt der Kasten, ohne den Syrup erst abfliessen zu lassen, in den Rumpf einer Maischmaschine, einem horizontal liegenden eisernen Troge, in welchem in vertikaler Richtung zahlreiche stumpfe Messer sich drehen. Diese zertheilen die Zuckermasse und vermengen sie mit dem Syrup. Es muss dabei ein möglichst gleichförmiger, nicht zu dickflüssiger Brei entstehen; sollte nicht genügend Syrup in der Masse vorhanden sein, so fügt man soviel Syrup einer anderen Operation zu, um dem Brei die nöthige Flüssigkeit zu geben. Dieser Brei wird mittelst eines grossen Löffels in die im vollen Umlauf befindliche Trommel gefüllt. Durch die Centrifugalkraft wird er sofort gegen die Wand geschleudert, der Zucker wird daselbst durch das Gewebe zurückgehalten,

während der flüssige Syrup in den Mantel fliegt. In wenigen Minuten ist dann der Zucker bis auf ganz geringe Reste von Syrup befreit und diese werden sofort durch Decken beseitigt, indem man kleine Quantitäten von hellem Syrup in die Centrifuge giesst. Diese durchdringen sofort die Zuckermasse und werden selbst durch die Centrifugalkraft fortgeschleudert. Nach einer zweiten auf gleiche Weise ausgeführten Decke ist der Zucker gewöhnlich rein weiss. Der Syrup, welcher bei der zweiten Decke abfliesst, kann bei der nächsten Operation zur ersten Decke benutzt werden, da er nur wenig verunreinigt ist.

Die ganze Operation mit 2 oder 3 Decken ist in 8 bis 10 Minuten beendet. Lässt man den Syrup von Formen oder Kasten freiwillig abfliessen und deckt man in Formen, so sind dazu mehrere Wochen erforderlich, je nach der Beschaffenheit der Producte.

Der vom ersten Product abgeflossene Syrup ist nun noch eine gesättigte Zuckerlösung, allerdings verunreinigt durch die Gesammtmenge des Nichtzuckers, welche vorher in der ganzen Füllmasse enthalten war. Um diesen Zucker zu gewinnen, verkocht man von Neuem im Vacuum bis zur Fadenprobe und lässt krystallisiren. Das Product wird centrifugirt, der dabei abfliessende Syrup liefert beim nochmaligen Verkochen drittes Product. Der hiervon abfliessende Syrup enthält immer noch etwa die Hälfte seines Gewichtes krystallisirbaren Zucker, aber der Nichtzucker ist darin so concentrirt, dass man durch Verkochen keine Krystalle mehr erzielt. Man sammelt diesen letzten Syrup in grossen Cisternen. Nach Monate langem Stehen sammelt sich darin noch eine Partie Krystalle am Boden, von denen man die überstehende Flüssigkeit, die Melasse, soweit es geht durch Abschöpfen trennt, die Krystalle werden am Ende der Campagne in die Centrifuge gebracht und stellen, nachdem hier die Melasse möglichst ausgeschleudert ist, das letzte Nachproduct dar. Die Melasse enthält immer noch 45 Proc. Zucker. Wir werden unten einige Methoden beschreiben, welche die Gewinnung dieses Zuckers bezwecken; meistens wird aber die Melasse nicht weiter verarbeitet, sondern an Spiritusfabriken abgegeben.

Nachdem wir so die Verarbeitung der Rübe bis zum fertigen Zucker verfolgt haben, erübrigt uns noch die Abänderungen der einzelnen Operationen zu beschreiben. Diese betreffen die Gewinnung des Saftes, das Scheidungs- und Saturationsverfahren; das Verdampfen und Verkochen wird, mit Ausnahme von mannigfach verschieden construirten Apparaten, stets auf dieselbe Weise ausgeführt, wie man auch den Saft gewinne, wie man auch die Scheidung und Saturation ausführe.

16. Saftgewinnung durch Centrifugen.

Die hohen Anschaffungskosten der hydraulischen Pressen, der beträchtliche Aufwand an Arbeitskraft, welchen dieselben zum Füllen und Entleeren erfordern, der stete Verbrauch von Presstüchern sind seit langer Zeit Veranlassung gewesen zu Bemühungen, andere Verfahren an die Stelle dieses zu setzen. Eines derselben lässt statt der Presse die Centrifuge verwenden. Der Brei wird auf gewöhnliche Weise mittelst der Reibe dargestellt und kommt dann in Centrifugen, welche ebenso wie die Rohzucker-Centrifugen construirt sind, nur von grösseren Dimensionen. Der Bewegungsmechanismus liegt hier immer unter der Trommel. Der Brei fällt von der Reibe in einen an ein paar Eisenschienen aufgehängten eisernen Trichter von solcher Grösse, dass seine Füllung gerade der Capacität der Trommel entspricht. Unmittelbar unter den Schienen stehen in einer Reihe die einzelnen Centrifugen. Man schiebt den gefüllten Trichter soweit vorwärts, bis er über der, bereits in Bewegung befindlichen Trommel ist, öffnet einen Schieber am unteren Ende und lässt den Brei in die Trommel fallen. Hier wird er sofort der Peripherie derselben zugeschleudert, das Mark wird hier zurückgehalten, der Saft fliesst ab. Da der Druck, welcher durch die Centrifugalkraft ausgeübt wird, bei weitem nicht so gross ist, wie der Druck der hydraulischen Presse, so bleibt die Masse nach dem Ausschleudern des Saftes weit saft- und also auch zuckerreicher als beim Pressverfahren. Um diesen Zucker noch zu gewinnen, giebt man dem Rückstande eine Wasserdecke. Zu diesem Behuf führt man mittelst eines elastischen Schlauches eine sehr fein durchlöcherte Brause in die Trommel ein und lässt aus dieser Wasser auf den entsafteten Brei spritzen. Das Wasser folgt der Centrifugalkraft, durchdringt den Brei und verdrängt den Saft aus demselben.

17. Saftgewinnung durch Maceration.

Dieses von Schützenbach eingeführte Verfahren zeichnet sich dadurch vor den vorigen aus, dass es den einfachsten, am wenigsten der Abnutzung unterworfenen Apparat erfordert.

Der Apparat besteht aus 12 terrassenförmig aufgestellten, flach cylindrischen Gefässen, die auf ähnliche Weise durch Uebersteigröhren unter sich communiciren, wie bei dem Auslaugeapparate für rohe Soda, s. Bd. I, Tafel X, Fig. 5. Vom Boden des oberen Gefässes geht ein, durch ein Ventil absperrbares Rohr und mündet über dem zunächst darunter befindlichen Gefässe. Ausserdem hat jedes Gefäss einen Hahn am Boden, durch den man seinen ganzen flüssigen Inhalt in eine zu seiner Aufnahme und Fortführung bestimmte Rinne leiten kann.

Jedes der Gefässe ist mit einem aus dicht an einander gelegten Drähten gebildeten falschen Boden versehen, die Drähte bilden ein sehr feines Sieb, durch welches nichts von dem Brei passiren kann. Im oberen Theile des Gefässes ruht auf einem eingegossenen Ringe ein zweiter falscher Boden, dieser ist aus durchlöchertem Eisenblech angefertigt. Das ganze Gefäss hat einen Inhalt von ca. 1 Cubikmeter, der Raum vom eigentlichen Boden bis etwas über dem oberen falschen Boden fasst 425 Liter Wasser und 300 Liter Brei. Der Brei befindet sich stets zwischen den beiden falschen Boden und wird in diesem Raume durch ein Rührwerk mit dem ihn durchströmenden Wasser innig gemischt.

Das Rührwerk besteht zunächst aus einer unmittelbar unter dem oberen Boden liegenden und demselben zugleich als Stützpunkt dienenden eisernen Stange, an welcher zahlreiche, abwärts gerichtete eiserne Zähne in Abständen von 15 C.M. angebracht sind. Diese Stange ist in der Mitte ringförmig erweitert; durch diese Erweiterung geht eine vertical stehende Welle, die in einem Lager am Boden drehbar ist und oben durch ein Räderwerk mit der allen Gefässen gemeinschaftlichen Transmission in Verbindung steht. Diese Welle trägt in der Mitte zwischen den beiden falschen Boden eine horizontal liegende eiserne Stange, die fast so lang ist wie der Durchmesser des Gefässes. An derselben sind wieder vertical stehende Stangen befestigt, so dass die aufwärts gerichtete Hälfte derselben jedesmal zwischen die oben erwähnten Zähne der festliegenden Stange eingreift. Die abwärts gerichtete Hälfte der Stangen reicht bis auf eine Entfernung von 2 C.M. vom unteren Boden. Ausserdem trägt dieselbe Welle noch zwei lange unmittelbar über den beiden falschen Boden sich mit ihr drehende Arme, welche mit Bürsten besetzt sind, der obere derselben dient dazu, den sich bildenden Schaum zu zerstören, der untere zur Reinhaltung des Siebbodens.

Alle zwölf Gefässe sind auf gleiche Weise hergerichtet; es braucht wohl kaum erwähnt zu werden, dass das Rührwerk jedes einzelnen durch Befestigung oder Lösung einer Kuppelung auf der Transmission mit Leichtigkeit ein- oder ausgeschaltet werden kann.

Die Erschöpfung des Breies geschieht folgendermaassen:

Das oberste Gefäss wird bis zu einem Drittel seines Inhalts mit kaltem Wasser gefüllt, worauf 300 Liter Brei eingeworfen, der obere falsche Boden aufgelegt, das Rührwerk in Bewegung gesetzt und soviel Wasser zugelassen wird, bis dieses den oberen Boden gerade bedeckt.

Nachdem der Brei 5 Minuten lang mit dem Wasser in Berührung gewesen ist, öffnet man das Ventil der Uebersteigröhre, welche das

erste Gefäss mit dem zweiten verbindet. Lässt man nun Wasser auf den oberen Boden des ersten Gefässes fliessen, so wird dieses den Saft verdrängen und ihn in das zweite Gefäss treiben. Man unterhält den Wasserzufluss so lange, bis im zweiten Gefäss ebensoviel Saft angelangt ist, als man beim Anfang der Operation Wasser im ersten Gefässe hatte, bringt dann unter Bewegung des Rührwerks 300 Liter Brei hinein, legt den falschen Boden auf und lässt den Brei dann mit dem Safte auch hier 5 Minuten zusammen. Dann wird das dritte Gefäss gefüllt, die Uebersteigröhren vom zweiten und ersten werden geöffnet, in das erste lässt man wieder Wasser, dies treibt den dünnen Saft auf das zweite Gefäss, wodurch der Saft des zweiten Gefässes, der nun schon mit zwei frischen Breiportionen in Berührung war, in das dritte Gefäss geschafft wird. Auf gleiche Weise fährt man fort, bis acht Gefässe gefüllt sind.

Hier hat der Saft nahezu dieselbe Concentration erlangt wie der Saft im Brei, derselbe wird nun durch den am Boden befindlichen Hahn abgelassen, er fliesst durch eine Rinne in den Montejus, um von dort in das Saftreservoir geschafft zu werden. Gleichzeitig ist dann auch der Brei im ersten Gefäss gänzlich erschöpft, man lässt dann frisches Wasser auf das zweite Gefäss fliessen, macht dieses dadurch zum ersten der Reihe, während das neunte mit frischem Brei gefüllt wird und nach 5 Minuten eine zweite Portion fertigen Saft liefert. Darauf ist das zweite Gefäss ebenfalls ausgelaugt, das dritte wird zum ersten der Reihe, erhält frisches Wasser, das zehnte wird mit dem Brei gefüllt, giebt nach 5 Minuten die dritte Portion Saft u. s. f. So erhält man, sobald die Operation einmal im Gange ist, alle 5 Minuten die Füllung eines Gefässes an Saft, während gleichzeitig eines erschöpft ist.

Hat man den gesättigten Saft aus dem zwölften Gefässe, welches am Fusse der Terrasse steht, abgezogen, dann lässt man den das nächste Mal daraus abfliessenden Saft durch eine Rinne in eine kleine Cisterne laufen, von welcher eine Pumpe ihn in ein höher als das erste Gefäss befindliches Reservoir schafft. Das erste mittlerweile mit frischem Brei gefüllte Gefäss erhält dann aus dem Reservoir den Saft aus dem zwölften Gefässe. Auf diese Weise wird ein beständiger Kreislauf unterhalten, acht Gefässe arbeiten stets zusammen, während die vier zwischen ihnen liegenden entleert und gereinigt werden.

Das jedesmal ausgeschaltete Gefäss ist mit dem ausgelaugten Mark und mit Wasser gefüllt. Letzteres lässt man durch den Hahn am Boden in eine Rinne, welche es in's Freie leitet, ablaufen. Das zurückbleibende Mark wird durch ein unmittelbar über dem Boden befindliches Mannloch herausgezogen und dann einer leichten Pressung unterworfen,

um es von der grossen Menge aufgesogenen Wassers zu befreien. Das Gefäss wird auf das Sorgfältigste gereinigt und wird dann, wenn es an die Reihe kommt, als das letzte eingeschaltet, mit frischem Brei gefüllt etc.

Den Saft sollte man vor der Scheidung stets filtriren, da es unmöglich ist, zu vermeiden, dass nicht Markfasern durch den Siebboden hindurchgehen.

18. Saftgewinnung durch Diffusion.

Bringt man eine lebende Zelle, oder einen Complex von unverletzten Zellen in Wasser, so findet durch gegenseitige Anziehung ein Austausch der in der Zelle enthaltenen Stoffe mit dem Wasser statt. Es tritt Wasser durch die Zellmembran und das Protoplasma hindurch, in dem Zellsaft gelöste Stoffe treten aus der Zelle in das Wasser über. Dieser Austausch dauert so lange, bis die gegenseitigen Anziehungskräfte ausgeglichen sind, bis die Flüssigkeiten in der Zelle und ausserhalb gleiche Concentration haben. Protoplasma und Zellmembran bieten dabei gewisse Widerstände, die sich je nach der chemischen Zusammensetzung und den physikalischen Eigenschaften der Körper auf sehr verschiedene Weise geltend machen. Manche Körper gehen leicht aus der Zelle in das Wasser über, andere langsam, wieder andere gar nicht. Alle Körper, die befähigt sind Krystallform anzunehmen, wandern leicht durch Zellen hindurch, während solche, die nicht krystallisationsfähig sind, fest in der Zelle zurückgehalten werden. Hat man z. B. eine Zelle, deren Saft sehr zuckerreich ist, so wird der krystallisirbare Zucker, wenn die Zelle in Wasser gelegt wird, so lange zum Wasser hinüber gehen und es wird soviel Wasser in die Zelle eintreten, bis die Concentration des Zellsaftes und der äusseren Flüssigkeit gleich ist. Den dabei stattfindenden Vorgang bezeichnet man als den Diffusionsprozess, der Zucker ist diffundirbar, ist ein Krystalloid. Haben wir dagegen eine Zelle, in deren Saft Eiweiss gelöst ist, so wird unter sonst gleichen Verhältnissen nichts von dem Eiweiss aus der Zelle austreten, nichts davon in das umspülende Wasser übergehen. Das Eiweiss ist nicht diffundirbar, es ist nicht krystallisationsfähig, es ist ein Colloid. Endlich wird eine Zelle mit einem Zucker- und Eiweiss-führenden Saft nur den diffundirenden Zucker in das Wasser übergehen lassen, wird das Eiweiss zurückhalten. Das Diffusionsvermögen der Körper gestattet uns daher, die einzelnen Stoffe von einander zu trennen, eine Scheidung bereits in der Zelle vorzunehmen.

Je nach den Zuständen der Zelle verläuft die Diffusion sehr ungleich. Im lebenden Zustande der Zelle geht der Prozess langsam vor

sich, ja manche diffundirbaren Stoffe werden, so lange die Zelle lebt, so fest gehalten, dass sie Protoplasma und Membran nicht durchdringen können. Bringt man z. B. Zellen, deren Saft einen gelösten Farbstoff enthält, in Wasser, so geht nichts von dem Farbstoff in das Wasser über. Ganz anders aber, sobald das Leben der Zelle zerstört ist, durch Gefrieren und rasches Aufthauen, oder durch Erwärmen auf 40—50°, eine solche Zelle lässt den Farbstoff mit grösster Leichtigkeit in das Wasser übertreten. Ebenso verhalten sich die übrigen Stoffe, aus einer lebenden Zelle geht der Zucker langsam in das umgebende Wasser, aus einer durch Frost oder Wärme getödteten dagegen ungemein rasch und leicht und zwar ohne dass dabei durch Frost oder Wärme eine mechanische Verletzung der Zelle herbeigeführt wäre.

Auf diese Thatsachen ist das ursprünglich von Dombasle eingeführte, später aber von Robert ganz wesentlich verbesserte Fabrikationsverfahren basirt.

Bei einer zweckmässigen Einrichtung gestattet dies Verfahren eine vollständige Gewinnung des Zuckers und andererseits die Erzielung eines Saftes von fast dem Rübensaft gleicher Concentration.

Denkt man sich 100 Th. Rüben, bestehend aus 96 Th. Saft mit 14 Th. Zucker, zusammengebracht mit 60 Th. Wasser, so wird man nach erfolgter Diffusion 156 Th. Saft mit 14 Th. Zucker, oder einen Saft von 9% haben.

Nimmt man von diesem Saft wieder ebensoviel wie man vorher Wasser angewandt hat, also 60 Th., und bringt diesen wieder mit 100 Th. Rüben zusammen, so sind in den 60 Th. Saft 5,4 Th. Zucker enthalten, nach der Diffusion hat man 156 Th. Saft mit 19,4 Th. Zucker, oder Saft von 12,5%.

Kommen von diesem Safte wieder 60 Th., worin also 7,5 Th. Zucker mit 100 Th. frischen Rüben zusammen, so hat man nach der Diffusion wieder 156 Th. Saft mit 21,5 Th. Zucker oder einen Saft von 13,8%, der also dem der Rübe gleich ist.

Lässt man dagegen auf die Rüben, von denen der erste Saft gezogen ist, in welchen also noch 14—5,4 = 8,6 Th. Zucker enthalten, wieder 60 Th. Wasser fliessen, so bekommt man 156 Th. Saft mit 8,6 Th. Zucker oder 5,5%.

Von diesem Safte werden wieder 60 Th. fortgenommen und durch 60 Th. Wasser ersetzt, so enthält der resultirende Saft noch 5,3 Th. Zucker oder 3,4%.

Man sieht, dass man bei gleicher Behandlung schliesslich auf einen Punkt kommen muss, bei dem die Zellen der Rüben keinen Zuckersaft, sondern statt dessen Wasser enthalten.

Diese dünnen Säfte werden nun auf gleiche Weise angereichert, wie wir es oben gesehen haben. Der aus fast reinem Wasser bestehende letzte Saft kommt auf Rüben, worin noch etwa 1% Zucker, der hier sich bildende Saft auf Rüben von doppeltem Gehalte u. s. f., bis endlich der concentrirteste Saft mit frischen Rüben zusammenkommt.

Die bei diesem Verfahren verwandten Apparate bestehen aus einer Zerkleinerungsmaschine und den Diffuseuren. Die Rüben werden hier nicht in Brei, sondern mittelst einer eigenen Schneidemaschine in papierdünne, schmale, möglichst gleichförmige Schnitzel verwandelt. Je feiner diese sind, um so mehr Zellen kommen in unmittelbare Berührung mit dem Wasser, um so gleichförmiger wird die Diffusion sein, um so vollständiger der Saft gewonnen werden.

Die Diffuseurs sind hohe eiserne Cylinder, je 8 oder 12 mit einander zu einer Batterie verbunden. Die Diffuseurs haben oben und seitlich unten ein weites Mannloch zum Eintragen und Entleeren der Schnitzel. Sie sind sämmtlich durch Röhren unter einander verbunden, die Röhren gehen vom unteren Theile des einen zum oberen Theile des anderen und münden hier inwendig in einem durchlöcherten Röhrenkranze.

Eine zweite Röhrenleitung setzt jeden einzelnen Cylinder mit einem möglichst hoch liegenden Wasserreservoir in Verbindung; endlich ist eine dritte Röhrenleitung vorhanden, welche vom Boden des Cylinders zu einem zwischen Wasserreservoir und Cylindern befindlichen Wärmapparat, einer durch Dampf heizbaren Pfanne führt.

Diese Wärmpfanne ist so geräumig, dass sie bequem das für eine Füllung des Cylinders erforderliche Quantum von Flüssigkeit, Wasser oder Saft zu fassen vermag. Arbeitet man mit einer Batterie von 8 Cylindern, so wendet man gewöhnlich auf 100 Th. Rüben 60 Th. Wasser, resp. Saft an, bei einer grösseren Anzahl kann man mit weniger Flüssigkeit auskommen.

Bei Eröffnung des Betriebes füllt man die Wärmpfanne mit Wasser und erhitzt fast zum Sieden. Das heisse Wasser lässt man langsam in den ersten Cylinder fliessen und schüttet gleichzeitig die Rübenschnitzel ein, der Cylinder wird gänzlich mit Schnitzel und Flüssigkeit erfüllt, dann mit dem Deckel des Mannlochs verschlossen und bleibt so 20 Minuten lang stehen. Die Temperatur muss 50° betragen, um die Zellen absterben zu lassen und den Diffusionsprozess rasch verlaufen zu lassen. Es muss sich daher die Temperatur des Wassers in der Wärmpfanne darnach richten, ob die Rüben kälter oder wärmer sind, ob man viel oder wenig Wasser anwendet. Verarbeitet man sehr kalte Rüben, so muss das Wasser heisser als in wärmerer Jahreszeit sein.

Nach 20 Minuten langem Stehen öffnet man die Ventile, welche den ersten Cylinder mit dem Wasserreservoir und mit der Wärmepfanne verbinden. Da das Wasserreservoir beträchtlich höher als die übrigen Theile steht, so wird das oben einströmende Wasser den Saft durch die am tiefsten Theile des Cylinders beginnende Röhrenleitung in die Wärmpfanne treiben. Ist die Wärmpfanne mit Saft gefüllt, so schliesst man das Zuleitungsventil, erhitzt den Saft und lässt den ersten Cylinder mit kaltem Wasser gefüllt unter dem Druck der Wassersäule stehen.

Von der Wärmpfanne lässt man den Saft in den zweiten Cylinder, der dann ebenso wie der erste mit Schnitzeln gefüllt wird. Der gefüllte zweite Cylinder wird verschlossen und bleibt 20 Minuten stehen.

Alsdann wird der zweite Cylinder mit der Wärmpfanne verbunden und das Ventil zwischen erstem und zweiten Cylinder geöffnet, während die Verbindung zwischen dem ersten Cylinder und dem Wasserreservoir hergestellt bleibt. Eine Folge davon ist, dass aus dem Reservoir frisches Wasser in den ersten Cylinder dringt, dieses verdrängt den Saft aus dem ersten in den zweiten, der aus dem ersten Cylinder kommende den im zweiten Cylinder befindlichen Saft in die Wärmpfanne. Ist die Wärmpfanne voll, so wird das Zuflussventil gesperrt, der erste und zweite Cylinder bleiben unter Wasserdruck.

Der heisse Saft des zweiten Cylinders wird nun in den dritten gelassen, und dient hier ebenso wie früher zum Erwärmen einer dritten Portion Schnitzel.

So nach dreimaliger Berührung mit frischen Schnitzeln ist der Saft genügend concentrirt. Er wird durch eine besondere Rohrleitung der Scheidepfanne, deren Capacität der Saftmenge eines Cylinders entsprechend ist, geleitet. Nach dem Abfluss des Saftes wird dann die Rohrleitung vom zweiten zum dritten Cylinder geöffnet. Aus dem Reservoir fliesst Wasser in den ersten Cylinder, aus diesem der dünne Saft in den zweiten, der Inhalt des zweiten Cylinders in den dritten.

Wieder nach 20 Minuten verbindet man den dritten Cylinder mit der Wärmpfanne, lässt zum vierten Male Wasser in den ersten Cylinder, und verdrängt so wieder successive den Inhalt des einen in den anderen. Aus der Wärmpfanne kommt der Saft mit frischen Schnitzeln in den vierten Cylinder, liefert hier Saft von genügender Concentration, der abgezogen wird, hierauf bekommt der vierte Cylinder wieder seine Füllung aus dem dritten Cylinder. Auf gleiche Weise wird der fünfte, sechste und siebente Cylinder gefüllt, so dass schliesslich alle acht Cylinder unter einander verbunden sind. Beim Ueberdrücken des Inhalts des siebenten Cylinders in den achten sind die Schnitzel im ersten

Cylinder völlig entzuckert. Man verbindet dann den zweiten mit dem Wasserreservoir, verschliesst das Ventil zwischen dem ersten und zweiten, lässt den flüssigen Inhalt des ersten, welcher nunmehr nur noch reines Wasser ist, abfliessen und entleert die ausgelaugten Schnitzel aus diesem. Der achte Cylinder wird dann mit dem ersten verbunden, der erste mit Saft vom achten Cylinder und frischen Schnitzeln gefüllt. Während dieses geschieht, ist dann auch der zweite Cylinder erschöpft, der Wasserdruck wird auf den dritten gesetzt, der zweite mit dem ersten verbunden u. s. f.

Arbeitet man mit einer Batterie von zwölf Cylindern, so ist das Verfahren im Wesentlichen dasselbe. Man kann dann entweder ein grösseres Quantum von Rüben, oder dasselbe Quantum mit weniger Wasser in derselben Zeit erschöpfen. Gewöhnlich verfährt man aber so, dass man zwei Batterien von je 8 Diffuseurs aufstellt und regelt dann die Arbeit so, dass während der Zeit, wo die eine Batterie unter Druck steht, die andere frisch gefüllt wird.

Von allen Methoden der Saftgewinnung ist das Diffusionsverfahren unzweifelhaft das am meisten zu empfehlende. Die Apparate sind am einfachsten, wenig kostspielig, kaum einer Abnutzung unterworfen, die Gebäude können, da sie den fortgesetzten Erschütterungen durch die Reibe nicht ausgesetzt sind, leichter construirt sein, die Batterien erfordern weniger Platz als der Presssaal, die Gebäude brauchen daher auch weniger gross zu sein, Verbrauch von Presstüchern findet nicht statt, Arbeit ist in weit geringerem Maasse erforderlich als bei jeder anderen Methode, der Saft ist mindestens gleich concentrirt, kann eher weniger verdünnt gewonnen werden, die Zuckerverluste sind jedenfalls nicht grösser als beim Pressen oder Centrifugen.

In neuester Zeit hat man versucht, das Verfahren noch zu vereinfachen, indem man statt der Batterie nur einen einzigen Apparat, den sog. Einspänner, aufstellte, in welchem durch ein Rührwerk die Schnitzel dem Wasserstrom entgegengeführt werden. Es soll dadurch ein continuirlicher Betrieb erreicht werden, derart, dass an einer Stelle des Apparates frische Schnitzel eingeworfen und concentrirter Saft abfliesst, während von der entgegengesetzten Stelle die erschöpften Schnitzel ausgeworfen werden. Der Apparat ist aber bis jetzt, Sommer 1870, nicht über das Stadium des Versuchs hinausgekommen. Gleichviel, ob dieser sich bewähre, soviel ist unzweifelhaft sicher, dass das Diffusions-Verfahren alle übrigen verdrängen wird.

Nur eine Schwierigkeit steht dem Diffusions-Verfahren im Wege. Es ist die Beschaffenheit der Rückstände, der ausgelaugten Schnitzel. Die Rückstände der hydraulischen Pressen sind verhältnissmässig was-

serarm, sie enthalten 30—33 Proc. Trockensubstanz. Der Saft lässt sich aus den auf der Reibe zerrissenen Zellen mit grosser Leichtigkeit auspressen, nicht so aus den unverletzten Zellen der Diffuseure. Diese sind mit Wasser gefüllt und enthalten nur höchstens circa 8 Procent Trockensubstanz, viel zu wenig, um sie vortheilhaft als Viehfutter verwenden zu können, da die Thiere nicht im Stande sind, so grosse Massen von Wasser im Futter zu consumiren und andererseits viel zu viel, um so übermässig wasserreiches Material nur auf irgend welche Entfernung transportiren zu können. Ein Auspressen der Schnitzel hat seine Schwierigkeit, da man wohl durch Pressen das blos anhängende, aber kaum das in den Zellen eingeschlossene Wasser beseitigen kann. Es sind bereits verschiedene Pressen zu diesem Behufe construirt worden und von diesen erfüllt wohl die von Schöttler am besten ihren Zweck.

19. Gewinnung des Saftes aus getrockneten Rüben.

Seit längerer Zeit hat man es versucht, die Rüben nicht im frischen, sondern im trocknen Zustande zu verarbeiten. Es würde dieses den Vortheil bieten, dass das Rohmaterial auf weitere Entfernungen transportirt werden könnte, die Fabriken wären bei der unbegrenzten Haltbarkeit der trocknen Rüben nicht gezwungen, ihre Campagne auf etwa den dritten Theil des Jahres zu beschränken, sondern könnten sie auf das ganze Jahr ausdehnen, wodurch beträchtliche Ersparnisse an Kapital und Zinsen zu erzielen sein würden. Dagegen hat das Verfahren aber auch wieder seine Schattenseiten. Aus den trocknen Rüben muss der Zucker wieder mit Wasser ausgezogen werden, es muss somit weit mehr Flüssigkeit verdampft werden, was nur bei billigem Brennmaterial möglich ist, ausserdem sind die Rüben beim Trocknen mancherlei Zufälligkeiten ausgesetzt: werden sie überhitzt, so wird ein Theil des Zuckers zersetzt, werden sie nicht völlig ausgetrocknet, so bilden sie den besten Boden für die Vegetation aller möglichen Schimmelarten und werden durch diese zerstört. Diese Nachtheile scheinen die Vorzüge der Methode zu überwiegen, denn es giebt nur sehr wenig Fabriken, — unseres Wissens im Zollverein nur die von Waghäusel —, welche dieses Verfahren eingeführt haben.

Die Rüben werden nach der Ernte sofort gewaschen, mittelst einer Schneidemaschine in länglich-viereckige Stückchen zerschnitten und auf Darren getrocknet. Die trockenen Schnitzel enthalten 3—5 Procent Feuchtigkeit und sind so transportfähig und bei Aufbewahrung in vollständig trocknen Räumen beliebig lang haltbar.

Zur Saftgewinnung dient ein ganz ähnlicher Apparat wie bei der

Diffusion. Vierzehn durch Röhren unter einander verbundene Cylinder sind zu einer Batterie vereinigt, in welcher eine systematische Auslaugung vorgenommen wird. Die Schnitzel werden durch das obere Mannloch in die Cylinder gefüllt, hier mit ½ Proc. ihres Gewichtes an Kalkhydrat bestreut und nun mit kochendem Wasser übergossen. Der Saft fliesst aus dem ersten in den zweiten, von da in den dritten, vierten u. s. f. Der abgelassene Saft zeigt eine Concentration von 36 bis 40° Saccharometer, er fliesst dann in die Scheidepfanne und braucht hier nur auf 90° C. erhitzt zu werden, um die Scheidung zu vollziehen. Die weitere Verarbeitung ist dieselbe wie bei jeder anderen Saftgewinnung.

20. Fabrikation mit getrennter Saftgewinnung.

Die Schwierigkeiten, Rüben auf weite Entfernungen zu transportiren, haben in neuester Zeit Veranlassung zur Einführung eines dem vorigen gerade entgegengesetzten Systemes gegeben. Man hat in einigen französischen Fabriken angefangen, die Verarbeitung des Saftes von der Gewinnung desselben zu trennen, Reibanstalten mitten in den Districten zu bauen, wo die Rüben cultivirt sind und den dort gewonnenen Saft durch unterirdische Röhrenleitungen der Centralfabrik zuzuführen. Bis jetzt liegen uns Berichte über zwei solcher Etablissements vor. Die eine Fabrik ist die von Saint Acquaire im Aisne-Departement, die andere liegt in Flevy le Martel. Der Saft wird so wie er von der Reibe fliesst, mit 1 Proc. Kalk versetzt, wodurch er haltbar wird und wird dann mittelst starker Pumpen in die Röhrenleitung getrieben, von wo er in ein grosses Sammelbassin der eigentlichen Fabrik läuft. Die Röhren liegen 80 C.M. unter der Oberfläche des Bodens und sind dadurch vor dem Einfrieren geschützt. Die Herstellungskosten der Leitung sollen nur 6000 Fr. pro Kilometer betragen. Bei günstigen Terrain-Verhältnissen, bei ebner Lage, oder wenn die Fabrik tiefer als die Felder zu legen ist, mag dieses Verfahren vielleicht nicht unzweckmässig sein, derartig günstige Terrain-Verhältnisse werden aber sich selten finden lassen. Bei der Fabrik von Saint Acquaire hat die Leitung eine Steigung von 35 Metern, diese können nur dadurch überwunden werden, dass man den Saft unter einem Druck von 8½ Atmosphären in die Leitung treibt; trotzdem soll aber auch dort das Verfahren rentabel sein.

Nähere Nachrichten über beide Fabriken finden sich in der Zeitschrift des Vereins für Zuckerindustrie 1868, S. 198, 267; Polyt. Journ. Bd. 187, S. 141; Bd. 188, S. 66; Bd. 192, S. 170.

21. Scheidungsverfahren nach Rousseau.

Ebenso wie die Saftgewinnung auf vielfach verschiedene Weisen ausgeführt wird, ebenso sind auch für das Scheidungsverfahren viele verschiedene Methoden eingeführt, viele nur empfohlen und wieder vergessen worden. Von letzteren wollen wir hier nicht reden, die übrigen haben das gemeinsam, dass sie wie bei der gewöhnlichen Scheidung Kalk anwenden und den Ueberschuss desselben durch die Saturation wieder entfernen. Die Unterschiede bestehen nur darin, dass man grössere Mengen von Kalk anwendet und dass man zu verschiedenen Zeiten saturirt. Das Verfahren von Rousseau ist das älteste.

Der Saft wird auf gewöhnliche Weise gewonnen und in der oben beschriebenen Scheidepfanne geschieden, aber man verwendet dabei gegen sechsmal so viel Kalk wie beim gewöhnlichen Verfahren, so viel, dass nicht allein die Stoffe des Nichtzuckers, die organischen Säuren etc., sondern auch die Gesammtmenge des Zuckers an Kalk gebunden wird. Man gebraucht dazu durchschnittlich 25 Kilo Kalk auf 1000 Liter Saft, je nach der Qualität der Rüben mehr oder weniger. Der Kalk wird mit seinem fünf- bis sechsfachen Volumen heissen Wasser gelöscht und dem Saft bei einer Temperatur von 60—65° zugesetzt, die Mischung wird dann noch auf 90—95° erhitzt, soll aber nicht zum Kochen kommen. Die Flüssigkeit wird vom Niederschlage abgezogen und durch ein kleines Filter passirt, um mitgerissenen Kalkschlamm zurückzuhalten. Dieses Filter besteht aus einem Kasten mit Seihboden, der letztere ist mit einem Tuche überspannt und mit einer 25 C.M. hohen Schicht von gekörnter Knochenkohle bedeckt. Der klare Saft wird dann in dem in Fig. 66 dargestellten Apparate saturirt.

Es besteht der Apparat aus einer doppelt wirkenden Luftpumpe A,

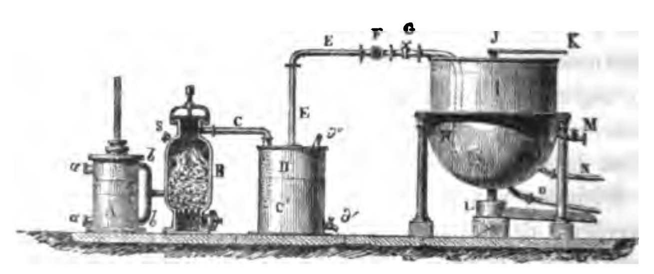


Fig. 66.

welche durch die Maschine in Bewegung gesetzt wird; dieselbe saugt die Luft durch Röhren a a und treibt sie durch die Röhren b b in den eisernen, inwendig mit Charmotte ausgekleideten Ofen B, auf dessen Rost sich ein Gemenge von Holzkohlen und Kohks befindet. Soll die

durch die Verbrennung erzeugte Kohlensäure nicht verwendet werden, so lässt man sie durch das Abzugsrohr S entweichen. Ist dieses verschlossen, so werden die Verbrennungsproducte durch das Rohr C C′ in den durch das Rohr d″ mit Wasser gespeisten Waschapparat D getrieben, um daselbst Flugasche abzusetzen; das schmutzige Wasser kann durch d′ abgelassen werden. Aus dem Waschapparate tritt die Kohlensäure in ein allen Saturateurs gemeinsames Rohr F und wird dann durch Zweigröhren G H in den Saturateur I getrieben. Der Saturateur hat hier dieselbe Construction wie die gewöhnliche Scheidepfanne. Es ist ein Kessel mit gewölbtem Boden, um den ein Dampfmantel gelegt ist. Dieser erhält den Dampf durch das Rohr N, während ein Rohr O das condensirte Wasser und den überflüssigen Dampf in einen Dampfsammler führt.

Der Behälter wird mit dem klaren Safte gefüllt, dieser wird zum Sieden erhitzt und mit Kohlensäure behandelt. Das kohlensaure Gas strömt durch einen am Ende des Rohres G H angebrachten Brausenkopf aus und wird dadurch in einzelnen Blasen durch die Flüssigkeit getrieben. Die Beendigung der Saturation ergiebt sich aus dem Verhalten des gebildeten kohlensauren Kalks. Sobald genügend saturirt ist, ist die Flüssigkeit weniger klebrig als vorher und lässt den Niederschlag sich leicht absetzen. Durch Drehung der Stange J K wird dann ein am Boden befindliches Ventil geöffnet, worauf der Saft durch die Rinne L in ein Absatzgefäss oder durch ein Kastenfilter in ein Reservoir fliesst, um dann den eigentlichen Filtern zugeführt zu werden.

Es erhellt, dass bei diesem Verfahren sehr grosse Schlammmassen gewonnen werden müssen, deren Verarbeitung beträchtliche Schwierigkeiten hervorrief. Aus diesem Grunde hat diese Methode in deutsche Fabriken wohl kaum Eingang gefunden. Erst in neuester Zeit sind Apparate construirt, die die Verarbeitung des Schlammes erleichtern, mit diesen haben wir aber auch zugleich verbesserte Scheidungsverfahren erhalten.

22. Scheidung nach Perrier Possoz-Jelinek.

Sowohl von Perrier-Possoz, wie auch von Jelinek sind besondere Scheidungsverfahren eingeführt worden, die Eigenthümlichkeiten beider werden aber jetzt gewöhnlich vereinigt, so dass kaum eine Fabrik mehr streng nach Perrier-Possoz, noch nach Jelinek arbeitet. Das Wesentlichste des so modificirten Verfahrens ist folgendes. Der kalte Saft wird mit Kalkmilch versetzt, erwärmt und zugleich saturirt, nach erfolgter Klärung wird zum zweiten Male ein Zusatz von Kalk gegeben und wieder saturirt.

Der Kalk wird als Kalkmilch von solcher Concentration angewandt, dass in 100 Theilen der Flüssigkeit 20 Theile reiner Kalk enthalten sind. Zu ihrer Bereitung löscht man 220 Kilo gebrannten Kalk mit ca. 6 Hectoliter Wasser und verdünnt den entstandenen Brei noch mit 30 Hectoliter Wasser oder geschiedenem Saft. Die so erhaltene Milch lässt man durch ein starkes Drahtsieb fliessen, auf welchem Steine und Sand zurückbleiben. Man hat so eine Flüssigkeit von annähernd 20 Proc. Kalkgehalt, die nun noch auf den richtigen Gehalt zu bringen ist. Dazu misst man mit einer Pipette 10 C.C. ab, verdünnt sie mit 200 C.C. Zuckerwasser, worin 50 Grm. reiner Zucker gelöst ist und erhält so allen Kalk als Zuckerkalk in Lösung. Die Flüssigkeit wird mit Lackmus blau gefärbt und mit Normalschwefelsäure titrirt. Nachdem man so den Gehalt festgestellt hat, ist es leicht zu berechnen, wie viel Wasser noch zuzusetzen ist, um die ganze Masse der Kalkmilch auf den richtigen Gehalt zu bringen.

Der klare Saft, gleichviel nach welcher Methode derselbe gewonnen ist, wird mit so viel der Kalkmilch versetzt, dass auf 1000 Theile Saft 15—30 Theile reiner Kalk kommen. Gewöhnlich reicht man mit 20 Theilen aus, die anzuwendende Menge muss sich immer nach der Qualität der verarbeiteten Rüben richten.

Das Gemenge von Saft und Kalk fliesst in einen Montejus und wird von diesem in den Scheidungs-Saturationsapparat gebracht. Der Apparat ist in Fig. 67 und 68 in vertikalem und horizontalem Durchschnitt gezeichnet. Derselbe ist ein viereckiger eiserner Kasten mit abgerundeten Ecken, 2 Meter lang und breit und 1,2 Meter hoch, sein kubischer Inhalt beträgt daher annähernd 4,8 Cubikmeter, er kann aber wegen Schaumbildung nur mit 35 Hectoliter Flüssigkeit gefüllt werden. Auf dem Boden des Kastens liegt das Rohr a von 10 Centim. innerem Durchmesser, es ist aus 4 Kniestücken zusammengesetzt und bildet so ein den Wänden des Kastens paralleles Viereck. Er ist an seiner ganzen Oberfläche mit feinen Löchern durchbohrt, um die Kohlensäure, welche durch ein vertikales Rohr mit Hahnen u ihm zugeführt wird, in der Flüssigkeit zu vertheilen. Das dreimal spiralförmig gebogene Dampfrohr C von 8,5 C.M. Weite, dessen Windungen 14 C.M. von einander entfernt liegen, erhält directen Dampf von dem Rohr b und lässt das condensirte Wasser und nicht verdichteten Dampf in einen Dampfsammler durch f abfliessen. Zur Entleerung ist das Ventilrohr d von 12,5 C.M. Durchmesser angebracht.

Ist der Kasten mit dem mit Kalk gemischten Saft gefüllt, so lässt man Dampf in die Spirale treten und leitet zugleich Kohlensäure ein. Der Saft beginnt sofort zu schäumen und bedeckt sich mit einer hohen

consistenten Schaumschicht, zu deren Beseitigung ein steter Fettzusatz erforderlich ist. Der Aufwand an Fett soll in einer 250000 Kilo Rü-

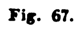


Fig. 67.

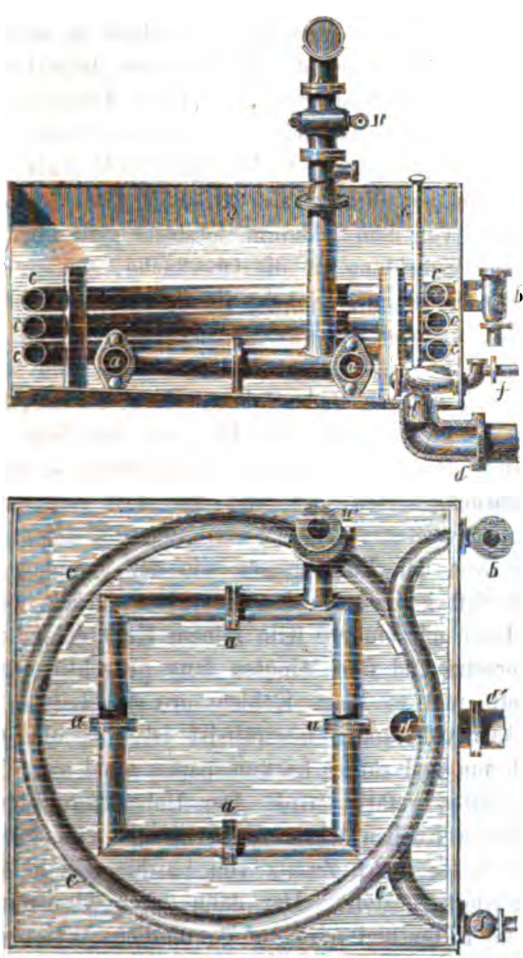


Fig. 68.

ben verarbeitenden Fabrik täglich ca. 75 Fr. betragen. Zur besseren Beseitigung dieses Schaumes ist von Evrard ein einfacher Apparat construirt. 15 Centimeter unterhalb des Randes liegen zwei horizontale Röhren, jede 50 C.M. von der Wand des Kastens entfernt und in einem Abstande von 1 M. von einander. Beide Röhren communiciren mit der Dampfleitung, sie haben 5,5 C.M. lichte Weite und sind jedes nach zwei Seiten hin mit feinen Löchern durchbohrt. Lässt man Dampf ein-

strömen, so dringt derselbe in horizontaler Richtung in Form feiner Strahlen aus diesen Oeffnungen hervor, bahnt sich Weg durch die Schaummasse und bringt sofort die einzelnen Blasen zum Platzen. Mit Anwendung dieses Schaumbrechers — émousseur — kann man rasch und leicht arbeiten, ohne ein Uebersteigen befürchten zu müssen.

Unter stetem Einströmen der Kohlensäure steigert man die Temperatur des Saftes auf 60 bis 80°. Bei dieser Temperatur erhält man den Saft, bis der Niederschlag leicht in grossen Flocken zu Boden geht und die Flüssigkeit nur noch 1 bis 3 pro Mille Kalk gelöst enthält. dann erhitzt man von Neuem auf 90—95°. Der so behandelte Saft trennt sich leicht von dem Schlamm, letzterer geht aber nicht wie bei der gewöhnlichen Scheidung an die Oberfläche, sondern sammelt sich in der Ruhe am Boden an. Sobald die Scheidung beendet ist, öffnet man das Ventil am Boden des Kastens, lässt den Saft mit dem Schlamm in ein Klärbassin ab, worin der Schlamm sich nach kurzer Zeit von dem Safte trennt und zu Boden sinkt. Zwei Drittel der Flüssigkeit lassen sich nach ganz kurzer Zeit klar von dem Schlamme abziehen. der Rest kommt mit dem Schlamme in die Filterpresse, wo der Schlamm vollständig zurückgehalten, während der Rest des Saftes klar gewonnen wird.

Der Saft von den Filterpressen wie der aus dem Absatzgefässe klar gezogene Saft kommen in den Saturateur zurück, werden zunächst auf je 1000 Liter mit einer 5 Kilo reinem Kalk entsprechenden Menge Kalkmilch versetzt und fünf Minuten lang gekocht. Der Dampf wird dann abgestellt und so lange Kohlensäure eingeleitet, bis aller Kalk und alles Alkali vollständig neutralisirt ist, bis also Curcumapapier nicht mehr braun und rothes Lackmuspapier nicht mehr blau von einem Tropfen des Saftes gefärbt wird. Der Ueberschuss der Kohlensäure wird dann durch Kochen wieder entfernt und nun eine schwache Alkalinität des Saftes durch Zusatz von ½ bis 1 Kilo Kalk pro 1000 Liter Saft wiederhergestellt. Der dann durch Absetzen geklärte Saft kommt auf die Filter und wird auf gewöhnliche Weise verkocht.

Die Vorzüge dieses Verfahrens bestehen in Folgendem: der kalte Zuckersaft ist im Stande, eine grosse Menge von Kalk zu lösen, weit mehr als bei höherer Temperatur und kann also die Abscheidung der mit Kalk unlösliche Verbindungen bildenden Stoffe leichter bewirken. Der grösste Ueberschuss des Zuckerkalkes wird durch die Saturation sofort wieder zersetzt, es scheidet sich kohlensaurer Kalk aus, der ebenfalls wieder fremde Stoffe mit sich niederreisst. Der dabei entstehende Niederschlag ist dicht und körnig und lässt sich weit leichter entsaften als der voluminöse Schlamm der gewöhnlichen Scheidung. Durch die

erste Scheidung, bei welcher noch alkalisch gehalten wird, ist der Saft von der bei weitem grössten Menge fremder Stoffe befreit. Der Rest wird bei der zweiten Scheidung, wobei weit weniger Kalk angewandt zu werden braucht, beseitigt. Hier wird die Saturation so weit getrieben, bis alle alkalischen und Kalk-Zuckerverbindungen zersetzt sind, gleichzeitig wird aber durch den Ueberschuss der Kohlensäure auch etwas von den ausgeschiedenen Unreinigkeiten wieder gelöst. Um diese wieder zu fällen und zugleich eine schwache Alkalinität, die für die Erhaltung der Säfte wesentlich ist, wieder herzustellen, wird dann schliesslich noch etwas Kalk wieder zugesetzt. Dieses Quantum ist aber so klein, dass der störende Einfluss beim Kochen, der durch zu grossen Ueberschuss von Alkali herbeigeführt wird, nie eintreten kann.

Obgleich dieses Verfahren, bei dem noch hier und da einzelne Modificationen angebracht werden, weitläufiger ist und mehr Arbeit macht als das gewöhnliche Verfahren der Scheidung, so sind die Vorzüge desselben doch allgemein anerkannt. Man darf dabei nur seine Erwartungen nicht zu hoch spannen und namentlich nicht an eine sehr wesentliche Ersparung an Knochenkohle glauben, wie sie namentlich anfangs in Aussicht gestellt wurde. Bei sorgfältig ausgeführter Filtration über ein genügendes Quantum von Kohle erhält man aber einen vortrefflichen reinen, sich leicht verkochenden Saft.

28. Verarbeitung des Schlammes.

Die verschiedenen Schlamme, welche bei der Scheidung und Saturation erhalten werden, sind in reichlichstem Maasse durchdrungen von Saft, sie halten davon um so mehr zurück, je voluminöser, je weniger körnig sie sind. Dieser Saft muss unter allen Umständen gewonnen werden. Dies geschah früher dadurch, dass man den Schlamm in leinene Beutel füllte, den Saft so weit wie möglich frei abtropfen liess und dann die Beutel in die hydraulische Presse brachte. Es war dies die unangenehmste Operation der ganzen Fabrik, der beim Einfüllen vorspritzende Schlamm verursachte die grösste Unreinlichkeit, zerstört die Kleider der Arbeiter und konnte bei seinem grossen Volum und seiner elastischen Beschaffenheit dennoch nur unvollkommen entsaftet werden. Die grösseren Mengen von Kalkschlamm, welche bei den neuen Scheidungsmethoden verwandt werden, hätten unmöglich auf diese Weise verarbeitet werden können. Es war daher die Erfindung eines Apparates, welcher alle diese Uebelstände beseitigt, ein wesentlicher Fortschritt für die Zuckerfabrikation, seine Vorzüge sind so allgemein anerkannt, dass gegenwärtig wohl keine Zuckerfabrik mehr existirt, die nicht mit demselben, mit der Filterpresse versehen ist.

Die Filterpresse ist ursprünglich eine englische Erfindung und wurde allerdings zu einem ganz anderen Zwecke, zur Entwässerung des Thons in der Porzellanfabrikation im Jahre 1828 von NEEDHAM eingeführt. Derselbe passte sie später den Bedürfnissen der Zuckerfabrikation an und brachte sie als Zuckerschlammpresse 1862 auf die Ausstellung in London. Seit der Zeit wurde sie vielfach verändert und verbessert, von DANEK in Prag, von TRINKS in Helmstädt, von RIEDEL und KEMNITZ in Halle.

Die der letzteren lässt sich am besten verdeutlichen, wenn man sich einen sehr schmalen, hohen und breiten Kasten denkt, dessen zwei hohe und breite Seitenwände von einem mit Leinen überzogenen Weidengeflecht gebildet werden, dessen Stäbe in der Richtung von oben nach unten laufen. Denkt man sich nun an der oberen schmalen Wand eine Oeffnung und auf diese ein sehr hohes Rohr gesetzt, so wird, wenn man eine schlammige Flüssigkeit in dieses Rohr giesst, das Wasser anfangs leicht durch die mit Leinen bedeckten Seitenwände, und, wenn kein anderer Weg vorhanden, an dem Weidengeflecht, in der Richtung der Stäbe hin abfliessen. Der Schlamm wird bald an den Leinen eine dichte Schicht bilden und das Wasser nicht mehr frei ablaufen lassen, dann kommt der Einfluss des langen Rohres zur Geltung, der durch die hohe Wassersäule ausgeübte Druck wirkt nun auf den Schlamm und treibt so lange das Wasser aus diesem heraus, bis der ganze Kasten mit festem, entwässerten Schlamm erfüllt ist.

In der Filterpresse ist eine grössere Anzahl, achtzehn solcher Kasten vereinigt, ihre vier festen Wände werden durch eiserne, äusserst sauber und glatt abgehobelte Rahmen gebildet, das Weidengeflecht ist durch zwei dünne eiserne Platten nachgebildet, die mit langen Schlitzen durchlocht sind. Diese Schlitze sind in beiden Platten so gestellt, dass sämmtliche Oeffnungen unter einander communiciren, wenn die beiden Platten aufeinander gelegt sind. Sind die Platten mit Leinen bespannt und wird die schlammige Flüssigkeit in das Innere der aus Rahmen und Platten gebildeten Kasten gebracht, so wird die Flüssigkeit in den unter sich communicirenden Schlitzen herablaufen, zwischen je zwei Rahmen austreten und den Schlamm in den Kasten zurücklassen. Das lange Rohr unseres obigen Beispiels wird durch ein Montejus vertreten, welches den Saft durch eine allen Kasten der Presse gemeinsame Leitung in dieselbe treibt.

Die Zeichnungen Fig. 69, 70, 71 werden die Einrichtung anschaulich machen. Fig. 69 ist ein vertikaler Schnitt durch einen der Kasten, man erkennt darin die aus den Eisenblechen bestehenden Seitenwände und die längs chraffirte Lochung derselben. In der Mitte derselben

dicht an der oberen Kante, ist ein kreisförmiger Ausschnitt. Jedes Plattenpaar ist mit Leinen belegt. Zwischen je einem Plattenpaar be-

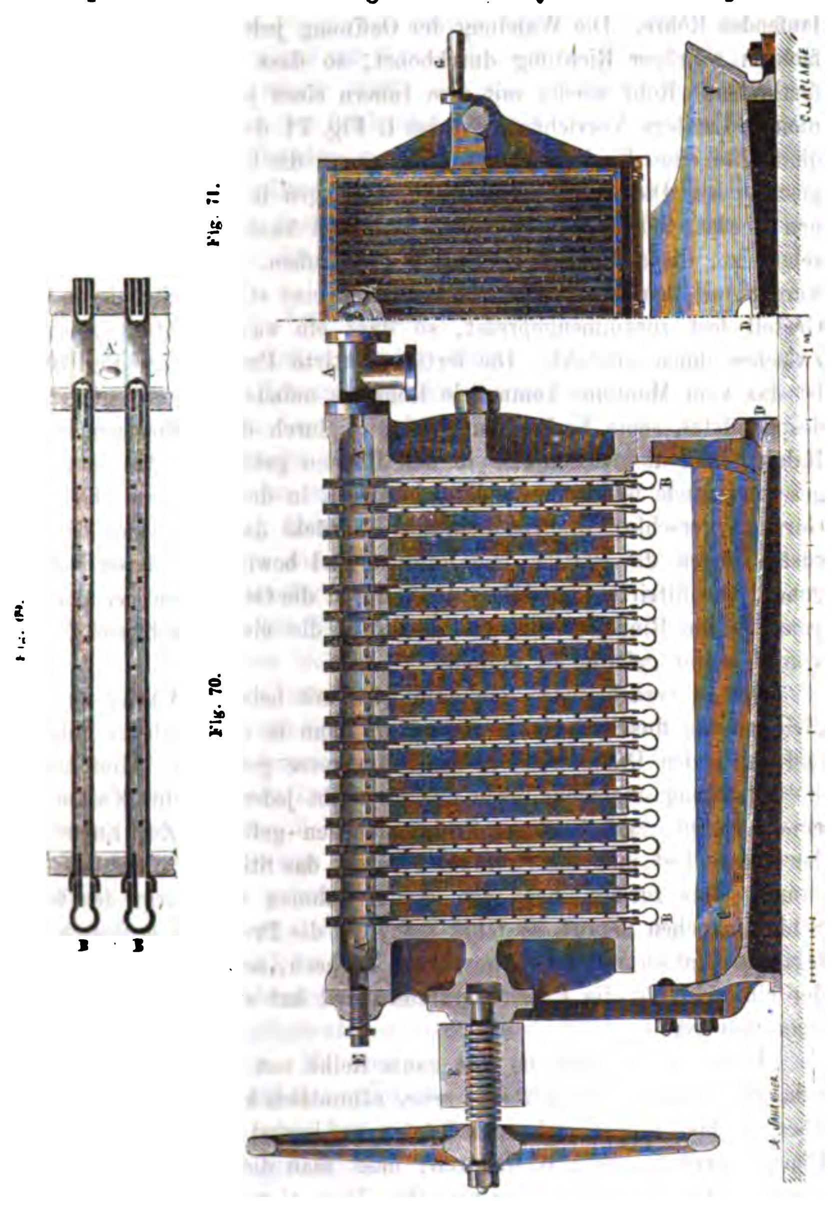


Fig. 71.

Fig. 70.

findet sich der eiserne Rahmen A' mit einer dem kreisförmigen Ausschnitt der Platten genau entsprechenden Oeffnung. Werden abwechselnd Rahmen und Plattenpaare zusammengestellt, so wird eine ent-

sprechende Anzahl von neben einander stehenden Kasten gebildet, die Ausschnitte in den Platten und Rahmen vereinigen sich zu einer fortlaufenden Röhre. Die Wandung der Oeffnung jedes Rahmens ist mehrfach in schräger Richtung durchbohrt, so dass auf diese Weise das fortlaufende Rohr wieder mit dem Innern eines jeden Kastens communicirt. Letztere Vorrichtung ist bei L Fig. 71 deutlich sichtbar, worin die Hälfte eines Kastens rechtwinklig gegen die Ebene der Fig. 69 dargestellt ist. Die sämmtlichen Rahmen hängen in einem starken eisernen Gerüst, indem jeder derselben mit zwei Ansätzen G (Fig. 71) versehen ist, die auf einem eisernen Balken ruhen. Sämmtliche Rahmen werden mit den bespannten Platten durch eine starke Schraube in dem Gestell fest zusammengepresst, so dass ein wasserdichter Verschluss zwischen ihnen entsteht. Die fertig montirte Presse zeigt Fig. 70. A ist das vom Montejus kommende Rohr, es mündet in dem einen Ende des Gerüstes, seine Verlängerung A' wird durch die Oeffnungen in den Rahmen und die Ausschnitte in den Platten gebildet. Am entgegengesetzten Ende ist es durch die Schraube E in dem anderen Theile des Gerüstes verschlossen. Die Schraube F drückt das Stirnstück des Gerüstes gegen die Platten und Rahmen und bewirkt so deren Befestigung. Die filtrirte Flüssigkeit läuft durch die Oeffnungen der Plattenpaare in die Rinnen B und aus diesen in die eiserne Schüssel C, um von D weiter geleitet zu werden.

Der zu verarbeitende Schlamm wird mit heissem Wasser zu einer gleichmässig flüssigen Masse angerührt, dann in ein Montejus gelassen und durch den Dampfdruck in die Filterpresse getrieben. Hier erfolgt die Entsaftung ungemein rasch und es bleibt jeder einzelne Kasten mit einem festen, fast trocknen Schlammkuchen gefüllt. Zur Entleerung der Presse löst man die Schraube F, zieht das Stirnstück des Gestelles damit etwas zurück, hebt den ersten Rahmen und darin den festen Schlammkuchen heraus, so fährt man fort die Presse zu entleeren, belegt die Platten mit frisch gespülten Tüchern, setzt die Rahmen wieder ein, schraubt die Presse zusammen und hat sie so für die nächste Operation bereit.

Ausser dieser giebt es eine ganze Reihe von anderen Constructionen, jede Campagne bringt eine neue, sämmtlich kommen sie aber darin überein, dass man in schmalen Kästen auf irgend eine Weise filtrirende Flächen erzeugt, so z. B. dadurch, dass man die Kastenwand massiv macht und mit Canellirungen versieht. Diese Canellirungen werden mit einem fein durchlöcherten, mit Leinwand bezogenen Blech belegt. Der abgepresste Saft fliesst in den Canellirungen herab, durch eine mit einem Hahnen verschliessbare Oeffnung aus dem Kasten. Man hat ver-

sucht, bei dieser Einrichtung der Pressen ein Auswaschen der gepressten Kuchen vorzunehmen, indem man in die Canellirung der einen Seite des Kastens Wasser unter starken Druck brachte, dieses sollte den Breikuchen durchdringen und mit dem noch darin enthaltenen Saft durch die Canellirungen der anderen Hälfte des Kastens abfliessen.

Dieses Auswaschen des Schlammes in der Presse scheint jedoch mit Schwierigkeiten verbunden zu sein, wahrscheinlich setzt der dicht gepresste Schlamm dem Durchgang des Wassers zu grossen Widerstand entgegen. Man zieht es desshalb vor, durch Verdünnung vor dem Pressen den grösseren Theil des Saftes zu gewinnen.

24. Verarbeitung der Melasse.

Die letzten Flüssigkeiten der Krystallisation, welche als Melasse bezeichnet werden, sind Lösungen von krystallisirbarem Zucker, in denen aber die Krystallisation durch den hohen Gehalt an fremden Bestandtheilen unmöglich gemacht wird. Die Zusammensetzung der Melasse ist selbstverständlich sehr verschieden, je nach der Qualität der Säfte, je nach der Bearbeitung derselben, doch kann man im grossen Durchschnitt annehmen, dass die Melassen noch 50 Proc. krystallisirbaren Zucker, 30 Proc. Nichtzucker und 20 Proc. Wasser enthalten, von dem Nichtzucker bleibt bei der Verbrennung etwa der dritte Theil als Asche zurück. Bei dem hohen Gehalt an Zucker wäre es von ausserordentlicher Bedeutung, wenn man diesen von dem Nichtzucker trennen und ihn in reiner Form abscheiden könnte. Es sind auch verschiedene Methoden zu diesem Zweck ersonnen worden, von denen die einen sich darauf gründen, dass der Zucker mit alkalischen Erden unlösliche Verbindungen bilden kann, die dann von dem löslichen Nichtzucker zu trennen sind, während eine andere Methode sich auf das osmotische Verhalten der Melasse gründet.

Dubrunfaut hat eine auf die Unlöslichkeit des Zucker-Baryts basirte Methode in verschiedenen französischen Fabriken eingeführt. Die Melasse wird mit siedendem Wasser verdünnt und heiss mit so viel einer Lösung von Barythydrat vermischt, dass auf je 1 Atom Zucker 1 Atom Baryt kommt. Es scheidet sich dabei sofort ein flockiger Niederschlag von unlöslichem Zuckerbaryt aus, während die übrigen Stoffe, wenigstens zum bei weitem grössten Theil, in Lösung bleiben. Der Zuckerbaryt wird mit heissem Wasser gewaschen, bis alle Salze und sonstigen Stoffe fortgeschafft sind, wobei man sich vortheilhaft der Filterpresse wird bedienen können. Der von Salzen und löslichem Nichtzucker befreite Zuckerbaryt wird in Wasser vertheilt und mit Kohlensäure saturirt. Die Kohlensäure zersetzt dabei den Zuckerbaryt, bildet

unlöslichen kohlensauren Baryt, während der Zucker frei wird. Der abgeschiedene kohlensaure Baryt wird in einer Filterpresse von Saft befreit und kann dann durch Glühen mit Kohle wieder in Aetzbaryt verwandelt werden, so dass dieselbe Menge Baryt immer wieder benutzt werden kann.

Die Saturation muss bei Siedhitze geschehen, um die Bildung von saurem kohlensaurem Baryt zu vermeiden, selbst wenn dieses geschieht, so bleibt doch immer etwas Baryt in Lösung. Da Barytsalze giftig auf den Organismus wirken, so müssen diese vollständig fortgeschafft werden, was dadurch zu erreichen sein soll, dass man den Saft über Knochenkohle filtrirt, auf welche man pro 1000 Kilo verarbeitete Melasse ein Gemenge von 2 Kilo schwefelsauren Kalk, Gyps und ebensoviel Schwefelsäure von 50° BEAUMÉ bringt. Letztere Behandlung gereicht jedenfalls der Knochenkohle nicht zum Vortheil.

Eine andere Methode, die den Baryt durch Kalk ersetzt, bei der die durch den Baryt herbeigeführten Nachtheile beseitigt sind, ist von SCHEIBLER ersonnen. Nach dem was von diesem Verfahren in die Oeffentlichkeit gedrungen ist, wird es folgendermaassen ausgeführt. Je 100 Kilo Melasse werden mit 280 Liter Spiritus von 82 bis 85 Proc. angerührt und mit 37—38 Kilo Kalk anhaltend gemischt. Es entsteht dabei eine in Weingeist völlig unlösliche Verbindung von Zucker-Kalk, während der Nichtzucker gelöst bleibt. Die weingeistige Lösung wird vom Zuckerkalk in der Filterpresse getrennt, letzterer wird mit Weingeist ausgewaschen. Die Lösung und Waschflüssigkeiten werden der Destillation unterworfen, um den Alkohol wieder zu gewinnen. Der noch mit Alkohol getränkte Zuckerkalk wird in einen geschlossenen, mit einem Destillationsapparat verbundenen Saturateur gebracht, hier mit Wasser zum Sieden erhitzt, während gleichzeitig Kohlensäure zugeleitet wird. Aus der siedenden Flüssigkeit destillirt der Alkohol ab, der Zuckerkalk liefert kohlensauren Kalk und krystallisirbaren Zucker.

Das auf das osmotische Verhalten der Melasse begründete Verfahren ist von DUBRUNFAUT in einigen französischen Fabriken, z. B. in der von TILZOY zu Courrières eingeführt, woselbst WALKHOFF dasselbe studirte. WALKHOFF gab eine ausführliche Beschreibung und Abbildung des Apparates in DINGLER's Journ. Bd. 184, S. 149. Die wesentlichen Momente welche wir für das Diffusionsverfahren beschrieben haben, kommen auch hier in Betracht, nur mit dem Unterschiede, dass es sich hier nicht um einen Diffusionsvorgang von vegetabilischen Zellen gegen Wasser, sondern um einen solchen von künstlichen Zellen handelt. Die Membran der Zelle vertritt ein Bogen Pergamentpapier, der über die Ränder eines flachen Rahmens gelegt ist; indem eine grössere Anzahl

solcher mit Papier bespannter Rahmen an einander befestigt sind und indem je einer derselben abwechselnd mit Melasse und je einer mit Wasser gefüllt ist und indem alle so gebildeten Wasserbehälter einerseits und andererseits alle Melassenbehälter unter einander verbunden sind, wird ein continuirlicher Diffusionsstrom von der Melasse zum Wasser und vom Wasser zur Melasse eintreten, es wird dabei Wasser durch die Membran, den Pergamentpapierbogen, zur Melasse und andererseits Bestandtheile der Melasse zum Wasser gehen. Die einzelnen Bestandtheile der Melasse sind nun in sehr verschiedenem Grade diffusionsfähig, der Zucker, obgleich Krystalloid, diffundirt langsamer als die Salze, und einige andere organische Substanzen. Man wird daher bei richtiger Leitung der Operation in dem abfliessenden Wasser den grössten Theil der Salze haben, aber auch einen Theil des Zuckers damit verlieren; die Grösse dieses Zuckerverlustes wird sich nach der Ausführung der Operation richten, bei einem raschen Durchstrom des Wassers wird dies wenig Zucker aufnehmen, während es, wenn es lange mit der Melasse in Berührung bleibt, entsprechend grosse Massen von Zucker fortführen wird. Ausserdem ist eine absolute Trennung von Zucker und Salzen ebenfalls nicht möglich, man kann höchstens den Salzgehalt verringern. Da es durchaus nicht so absolut festgestellt ist, wie von manchen Seiten angenommen wird, dass die Salze das Krystallisationsvermögen des Zuckers verringern, da es vielmehr weit wahrscheinlicher ist, dass dem organischen Nichtzucker diese Eigenschaft zukommt, so verliert diese Entfernung der Salze sehr an Bedeutung und man darf nicht glauben, dass es möglich sei, auf diesem Wege allen Zucker in krystallisirbare Form überzuführen. Thatsache ist, dass die angeführte Fabrik aus Melasse mit 50 Proc. Zucker nur etwa 15 Proc. eines sehr unreinen, stark gefärbten Zuckers gewann.

Von diesen verschiedenen Methoden hat bis jetzt noch keine in deutschen Fabriken sich Eingang verschaffen können. Es mag sein, dass sie noch nicht genügend vervollkommnet sind, dass sie noch manche technische Schwierigkeiten bieten, es mag sein, dass die gegenwärtigen Conjuncturen noch günstig genug sind, um die durch schlechtere Verwerthung der Melasse entstehenden Verluste bequem ertragen zu können. Rechnet man den Werth eines Centners Melasse hoch angenommen zu 2 Thaler, den eines Centners Rohzucker gering angeschlagen zu 9 Thaler, so wird man beim Verkauf der Melasse die 25 Kilo darin enthaltenen Zuckers mit 2 Thaler verwerthen, während man $4^1/_2$ Thaler daraus erlösen würde, wenn man den Zucker abschiede. Sobald die Fabrikationskosten der Differenz entsprechen, also unter $2^1/_2$ Thaler pro Centner verarbeiteter Melasse bleiben, wird man immer mit Vortheil

an eine Abscheidung des Zuckers denken können. Unseres Erachtens nach ist dazu aber nur das SCHEIBLER'sche Verfahren in Berücksichtigung zu ziehen.

Endlich ist noch ein Verfahren zu erwähnen, von welchem nur einige im Kleinen angestellte Versuche bekannt geworden sind, welches sich in der Praxis wohl noch nicht erprobt hat. Es ist von CHAMPONNOIS und nach diesem von PAYEN empfohlen worden. Der Syrup vom ersten Product soll mit frischem Brei gemischt werden, in solchem Verhältniss, dass auf eine Tagesarbeit frischem Brei der von einer vorigen Tagesarbeit gewonnene Syrup genommen wird. Der Syrup wird vorher auf die Concentration des normalen Saftes mit Wasser verdünnt, auf 70° erwärmt und dem ebenfalls auf 70° erwärmten Brei zugefügt, worauf gepresst, nach PERRIER-POSSOZ geschieden und auf gewöhnliche Weise weiter gearbeitet wird. Es soll dabei eine Gerinnung der Eiweissstoffe und eine bedeutende Absorption der Salze durch die Substanz des Breies eintreten. Auf diese Weise würde man also die Bestandtheile der Rübe mit Ausnahme des Zuckers im ausgepressten Brei zurückhalten und ausserdem den Saft wesentlich reinigen. Alle Verarbeitung der Nachproducte fiele fort, man erhielte nur erstes Product, Melasse würde nicht producirt. Es bleibt zu erwarten, ob die Praxis dieses bestätigen wird; es ist dies jedoch höchst unwahrscheinlich, da Untersuchungen von BODENBENDER nachgewiesen haben, dass der Rübenbrei eine solche absorbirende Wirkung für Nichtzucker nicht habe.

25. Nebenproducte der Rübenzuckerfabrikation.

Die sämmtlichen Nebenproducte, Abfälle der Fabrikation finden ihre nützliche Verwendung, sei es als Viehfutter, Dünger, sei es in anderen Gewerben. Als solche Nebenproducte sind zu betrachten: die Blätter, die Köpfe der Rüben, die Presslinge, Centrifugen-, Macerations- oder Diffusionsrückstände, der Waschschlamm, der Scheide- und Saturationsschlamm, die Abgänge der Kohlenwäsche und endlich die Melassen.

Die Rübenblätter finden meistens die am wenigsten zweckmässige Benutzung, häufig bleiben sie ohne weiteres auf dem Acker, gehen hier in Fäulniss und Verwesung über und sind für weitere Benutzung verloren. Andere verwenden sie als Futtermaterial und weisen die Zugochsen während der Rübenernte fast ausschliesslich auf diese Nahrung an. Dieses ist fast ebenso irrationell, die Blätter in mässigen Dosen gegeben sind wegen ihres Reichthums an Eiweissstoffen ein vortreffliches Futtermittel, in grossen Gaben gereicht erzeugen sie Durchfälle und schwächen damit nur die Thiere. Es sind uns Fälle bekannt, in

denen die Thiere während der Rübenernte tief in flüssigem Miste stehen. Eine vortreffliche Verwerthung finden die Blätter dagegen, wenn man sie in Gruben gähren lässt und sie in diesem Zustande verfüttert. Unmittelbar nach der Ernte stampft man die Blätter entweder in gemauerten, oder auch nur in den Boden, wenn dieser undurchlässig ist, gegrabenen Gruben fest ein, so dass sie dicht liegen und möglichst wenig Luft eingeschlossen enthalten. Sie werden dann mit Erde bedeckt und bleiben sich selbst überlassen. Bald tritt ein Gährungsprozess ein, welcher lange Zeit anhält. In diesem Zustande sind die Blätter bis zum Frühjahr und Sommer haltbar. Die Partien, welche dicht am Rande der Grube befindlich sind, sowie die oberste Schicht sind gewöhnlich etwas mit Schimmel durchwachsen, diesen hat man vor der Verfütterung durch Abstechen mit einem scharfen Spaten zu beseitigen. Sobald die Hauptgährung vorüber, kann man mit der Verfütterung beginnen, der eigenthümliche Geruch, welchen die Blätter annehmen, ist den Thieren anfangs nicht angenehm, nach ganz kurzer Zeit gewöhnen sie sich aber daran und nehmen dann das Futter gern. Der Werth desselben ist sehr abhängig von dem Zustande, in welchem die Blätter geerntet sind. Sind sie vollständig abgewelkt, gelb, vertrocknet, dann dürfte es sich kaum lohnen, sie als Futter zu verwenden, da dann der grösste Theil der Nährstoffe bereits für die Ausbildung der Knolle verwandt ist. In den bei weitem meisten Fällen sind die Blätter bei der Ernte aber noch grün und in je kräftigerer Vegetation sie stehen, um so besseres Nahrungsmaterial liefern sie.

Die Rübenköpfe werden immer zusammen mit den Presslingen oder sonstigen Rückständen der Saftgewinnung als Futter verwerthet. Sie werden zu dem Behufe in grossen gemauerten Gruben, schichtenweis Köpfe und Presslinge, abwechselnd fest eingestampft und ebenso behandelt, wie es oben für die Blätter beschrieben ist. Sie kommen bald in Gährung, nehmen einen angenehmen schwach säuerlichen Geruch an und werden von den Thieren ungemein gern gefressen. Ist die Saftgewinnung eine mangelhafte gewesen, also viel Zucker zurückgeblieben, so entsteht bei der Gährung viel freie Säure, theils Essigsäure, theils Milchsäure. Man hat in diesem Falle nicht allein Verlust an Zucker, sondern kann auch durch Darreichung grosser Gaben solcher sauren Presslinge Verdauungsstörungen der Thiere hervorrufen. Richtig vergohrene Presslinge sollen einen leicht säuerlichen Geschmack haben, blaues Lackmuspapier schwach röthen.

Die Rückstände der Saftgewinnung sind immer ein an Eiweissstoffen armes, dagegen an leichtverdaulichen stickstofffreien Stoffen reiches Futter. Vermischt mit Eiweiss-reichen Stoffen, wie Oelkuchen,

Bohnen, Kleeheu, bilden sie ein vorzügliches Mastfutter für Rindvieh wie für Schafe.

In ihrer Zusammensetzung unterscheiden sich die Rückstände der verschiedenen Saftgewinnungsmethoden namentlich in ihrem Wassergehalt. Die der hydraulischen Pressen sind am reichsten an Trockensubstanz, man kann durchschnittlich etwa 30 Proc. dafür annehmen, die Centrifugenrückstände enthalten nur etwa halb so viel, also etwa 15 Proc., die Rückstände der Maceration nach SCHÜTZENBACH mehr oder weniger, je nachdem man sie stärker oder schwächer gepresst hat. durchschnittlich presst man sie auf 16—20 Proc. Endlich am wasserreichsten sind die Diffusionsrückstände, sie enthalten nur etwa 8 Proc. Trockensubstanz, nach anderen Angaben nur 4—6 Proc. In diesem wasserreichen Zustande lassen sie dann leicht freiwillig einen Theil des Wassers abfliessen, so dass sie nach dem Einlagern in Gruben etwa 8 Proc. enthalten. Auf die Nachtheile des übergrossen Wassergehaltes ist schon oben hingewiesen. Unter Anwendung der SCHÖTTLER'schen Pressen gelingt es, soviel Wasser abzupressen, dass der Gehalt an Trockensubstanz auf 15 Proc. gebracht wird. Bei dem Abpressen geht fast ausschliesslich Wasser fort, wenigstens ist die Verminderung an die für die Ernährung wichtigsten Eiweissstoffe ganz verschwindend. Nach von G. KÜHN ausgeführten Untersuchungen enthielten 100 Th. des abgepressten Wassers 0,05 Th. Eiweiss und 0,60 Th. stickstofffreie Stoffe.

Folgende Analysen von Rückständen verschiedener Fabriken mögen die Zusammensetzung der Presslinge und Diffusionsschnitzel geben:

Presslinge.

	(Analysen von STOHMANN.)			
Eiweiss	2,36—	2,41—	1,43—	2,11
Rohfaser	6,86—	5,72—	4,15—	4,90
Fett	0,38	20,03	0,13—	0,19
Stickstofffreie Extractstoffe	17,30		14,60—	18,42
Mineralstoffe	3,05—	3,40	—4,36—	2,51
Wasser	70,05—	68,44—	75,33 —	71,87

Diffusionsrückstände.

	Frisch vom Diffuseur.	Aus der Grube.	Von SCHÖTTLER gepresst.	
	Analysen von STOHMANN.		Von WICKE.	
Eiweiss	0,74—	0,60—	1,29—	0,76
Rohfaser	1,46—	2,24—	3,06—	2,18
Fett	0,06—	0,03—	0,16—	0,15
Stickstofffreie Extractstoffe	4,20—	5,22—	5,72—	6,90
Mineralstoffe	1,64—	1,74—	3,53—	2,90
Wasser	91,90—	90,17—	86,24—	87,11.

Die Waschrückstände von den Rüben, sowie die Schlamme von den Filterpressen, also sowohl von der Scheidung wie der Saturation, vereinigt man am besten zu einem Compost. Die beim Waschen abfallende Erde ist mit abgeschlagenen Wurzeln gemischt, vermengt man diese dann mit dem kalkreichen Schlamm, so erhält man einen vortrefflichen Compost für Wiesen und alle solche Zwecke, zu denen man Compost zu verwenden pflegt. Der Scheideschlamm ist in seinem Düngerwerth häufig überschätzt worden; die organische Substanz desselben enthält durchschnittlich pro 100 Theile Schlamm nur 0,5 Th. Stickstoff, von den übrigen Pflanzennährstoffen ist ausser dem Kalk nur ein Gehalt von ca. 1 Proc. Phosphorsäure zu berücksichtigen. Auf kalkarmem Boden, auf schwerem thonigen Boden wird der Compost aber immerhin wegen seines Reichthums an Kalk seine gute Wirkung nicht versagen.

Die Abfälle der Kohlenwäsche werden in Absatzbassins sorgfältig gesammelt; der Kohlenschlamm wird entweder am Ende der Campagne selbst zu Superphosphat verarbeitet oder an Düngerfabriken verkauft.

Die Melassen finden ihren Absatz an Spiritusfabriken, oder können, wenn sie auf dem Markte keinen hohen Preis finden, verfüttert werden. Masthammel wie Ochsen fressen sie nach einiger Gewöhnung gern, ersteren kann man neben dem sonstigen Futter, in welchem Oelkuchen oder Eiweiss-reiche Futtermittel nicht fehlen dürfen, 250—300 Grm., Ochsen 2½—3 Kilo geben. Grössere Mengen von Melasse erzeugen leicht Durchfälle. Die Verfütterung der Melasse hat den grossen Vortheil, dass man dabei den bei weitem grössten Theil der Mineralstoffe derselben im Miste wiedergewinnt und sie also dem Acker, worauf die Rüben gewachsen, mit Leichtigkeit wieder einverleiben kann. Es kann jedoch allein die Conjunctur des Marktes darüber entscheiden, ob man vortheilhafter Melasse verkauft und Düngstoffe einkauft, oder ob man den Dünger aus der Melasse gewinnt.

26. Die Abflusswässer.

In allen Theilen der Zuckerfabrik wird mehr oder weniger unreines Wasser producirt: bei der Rübenwäsche ist es mit feinem Schlamm beladen, die Tücherwäsche, der Boden des Presssaales, sämmtliche Apparate und Utensilien, die durch stetes Waschen rein zu erhalten sind, liefern ein Schmutzwasser reich an organischen, gährungsfähigen Substanzen, aus dem Condensator der Verdampf- und Verkochapparate strömt ein Wasser, das durch die unablässige Ammoniakbildung im Safte (durch Zersetzung von Asparagin und Eiweiss) Ammoniak enthält, endlich liefert die Kohlenwäsche ein mit Fermenten aller Art beladenes Was-

ser. Lässt man diese Wasser zusammen in den nächsten Bach fliessen, sich in Teichen sammeln, in welche sich wohl noch die Abflüsse der nächsten Ortschaften ergiessen, so ist eine unausbleibliche Folge, dass in einem so günstigen Boden sich die vorhandenen Fermente rasch vermehren und neu hinzukommende ein üppiges Feld für ihr Wachsthum finden. Man bemerkt dann bald, wie mit Anfang der Campagne der Zuckerfabrik an den im Bache befindlichen Gegenständen sich weissliche, schleimige Ueberzüge bilden, die sich rasch vergrössern, schliesslich flottirende Massen bilden. Gleichzeitig macht sich der Geruch nach Schwefelwasserstoff bemerklich, die in ziemlich entfernten Teichen befindlichen Fische sterben, die Anwohner werden von Kopfschmerzen befallen, es fehlt ihnen gesundes Wasser zum Tränken des Viehes und es wird Klage gegen die Fabrik erhoben.

Diese Entwicklung von Schwefelwasserstoff wird durch die Lebensvorgänge einer kleinen, fadenförmigen Alge, Beggiatoa alba, bewirkt. Mit blossem Auge betrachtet erscheint sie als eine schleimige Masse, unter dem Mikroskope als aus dünnen, langgestreckten Zellen gebildet. Es hat diese Alge die Eigenschaft, schwefelsaure Salze, die sich in jedem Wasser finden, zu zersetzen und Schwefelwasserstoff zu liefern, und wird durch dieses Verhalten zu einer wahren Plage der Zuckerfabriken. Mit dieser Beggiatoa ist eine andere Alge nicht zu verwechseln, die sich ebenfalls vielfach in solchen Wässern ansammelt, welche Abflüsse von Zuckerfabriken aufnehmen, es ist dies die Oscillaria alba, die Anfangs ähnlich wie die Beggiatoa als schleimiger Ueberzug erscheint, dann aber mit rapider Geschwindigkeit wächst und ganz das Ansehen von im Wasser schwimmenden Schafpelzen annimmt. Nimmt man davon aus dem Wasser, so erscheint diese Alge als eine weiche, gallertartige Masse, in der man bei genauer Betrachtung schon mit blossem Auge zarte, fadenförmige Gebilde wahrnimmt; bei mikroskopischer Untersuchung zeigt sie einen ähnlichen Bau wie die Beggiatoa, unterscheidet sich aber von dieser durch weit beträchtlichere Grösse der einzelnen Zellen. Diese letztere Alge ist weit weniger nachtheilig, sie kann allerdings Unannehmlichkeiten dadurch anrichten, dass sie sich in Röhrenleitungen ansiedelt und diese verstopft, sie verbreitet aber keinen Gestank und verunreinigt das Wasser nicht. Ausser diesen genannten Pflanzen leben noch eine Masse von anderen Individuen darin, Monaden, Vibrionen u. A., deren Aufführung unterbleiben mag.

Die Anwohner der Wasserläufe verlangen mit Recht Abhilfe. Diese kann auf verschiedene Weise gewährt werden. Hat man in der Nähe der Fabrik Wiesenanlagen, so kann man nichts Besseres thun, als die ganzen Fabrikwässer diesen zuzuleiten und sie regelrecht damit zu be-

wässern. Bei langsamem Fliessen über mit Pflanzen bestandenen Boden nimmt dieser alles Nachtheilige aus dem Wasser auf, das abfliessende Wasser kann dann in den Bach, dem es entnommen ist, zurückgeleitet werden, die Wiesen werden durch üppigen Graswuchs lohnen. Durch das heisse Condensationswasser bleiben die Wasser so warm, dass ein Einfrieren auf dem überrieselten Boden nicht zu befürchten ist.

Da wo Wiesen nicht zur Verfügung stehen, hat man durch künstliche Desinfection eine Reinigung des Wassers zu bewirken. Es sind dazu die verschiedensten Mittel empfohlen worden, von denen aber wohl nur das von SÜVERN eingeführte seiner Billigkeit und leichten Anwendung wegen Beachtung verdient.

Das SÜVERN'sche Desinfectionsmittel besteht aus einer Kalkmilch, bereitet dadurch, dass man 100 Th. Kalk mit Wasser löscht und während des Aufwallens 7½ Th. Steinkohlentheer und 15—20 Th. Chlormagnesium zusetzt. Diese milchige Masse leitet man in dünnen Strahlen in einen engen Canal, in welchen die sämmtlichen Schmutzwasser der Fabrik fliessen. Man bemerkt sofort beim Zusammentreffen der Kalkmilch mit dem trüben Wasser eine flockige Ausscheidung, mit dieser lässt man das Wasser zunächst durch einen 30—50 Meter langen Canal und dann nach einander durch zwei grosse Bassins laufen. In letzteren setzt sich der Kalkniederschlag vollständig ab und es fliesst nun ein klares Wasser ab. Der Zusatz von Kalkmilch muss so regulirt werden, dass das abfliessende Wasser deutlich alkalisch reagirt. Durch den Zusatz des Kalkes werden gelöste Stoffe in unlöslicher Form abgeschieden, der Niederschlag reisst mechanisch alle suspendirten Stoffe, die Keime von Organismen mit sich zu Boden und die alkalische Beschaffenheit des Wassers vernichtet alle Vegetationen von niederen Organismen. Bei richtiger Ausführung erzielt man so ein Wasser, welches genügend gereinigt ist, um es in jeden Bach abzulassen, es kann dann zu gegründeten Beschwerden keinen weiteren Anlass geben. Die aufzuwendenden Kosten sind gering. Ob dabei der Zusatz von Steinkohlentheer und Chlormagnesium erforderlich ist, ist sehr fraglich, wahrscheinlich wird reine Kalkmilch dasselbe leisten.

Die bei diesem Verfahren in drei verschiedenen Fabriken der Provinz Sachsen gewonnenen Schlamme hatten folgende Zusammensetzung (STOHMANN):

Phosphorsäure	0,37—	0,18—	0,20
Stickstoff	0,12—	0,16—	0,09
Kali	0,23—	0,21—	0,06
Kalk	6,23—	9,17—	6,56
Thonerde und Eisenoxyd . .	2,64—	2,40—	1,37

Sand und Erde	26,05—24,29—10,64
Wasser	56,98—55,15—75,69
Magnesia, Kohlensäure, Chlor u. sonstiges	7,38— 8,44— 5,39.

Der Desinfectionsschlamm kann zweckmässig dem übrigen Compost einverleibt werden, er wird die Qualität desselben durch seinen Kalkgehalt verbessern. Von einer Deckung der Kosten der Desinfection durch den Düngerwerth des Schlammes, kann keine Rede sein. Nichtsdestoweniger hat diese Desinfection für alle Zuckerfabriken die allergrösste Bedeutung.

Zuckerfabrikation.

II. Fabrikation des Zuckers aus dem Zuckerrohr.

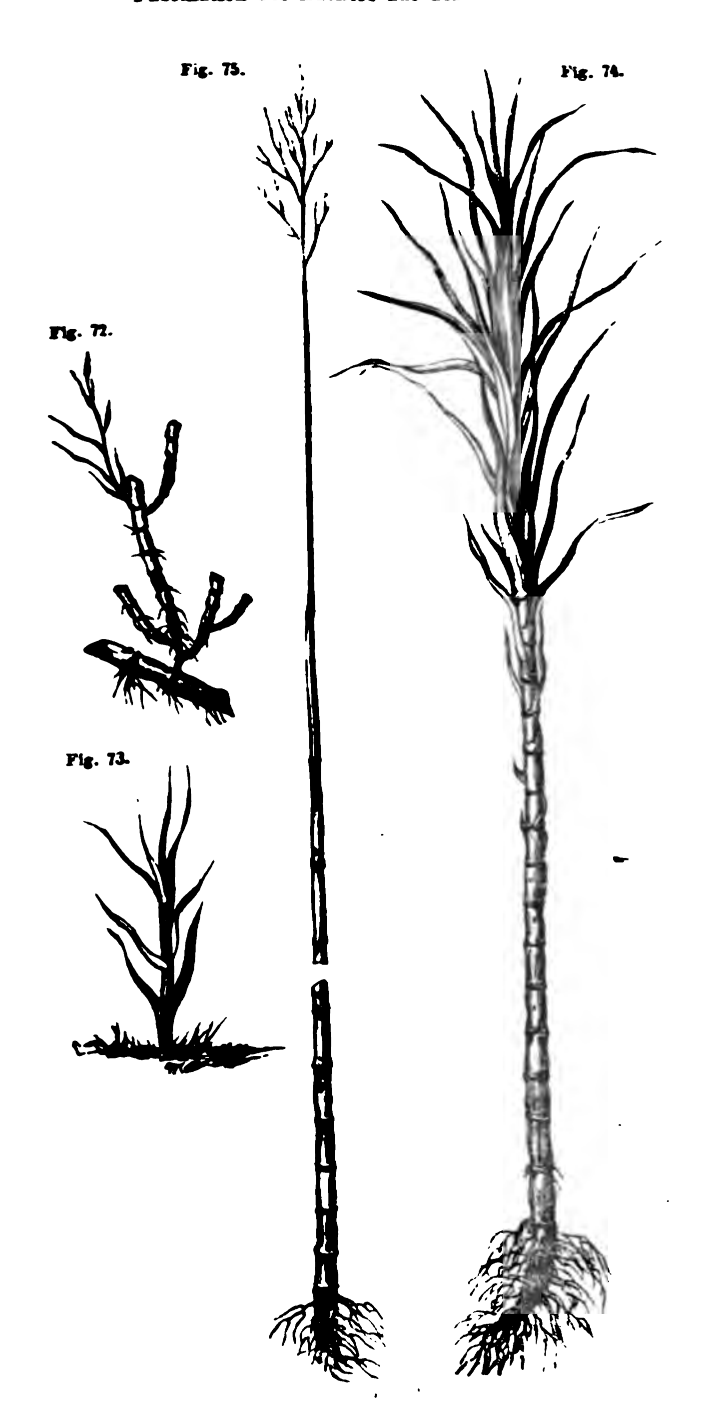
1. Cultur des Zuckerrohres. 2. Structur und Zusammensetzung des Zuckerrohres. 3. Gewinnung und Verarbeitung des Saftes. 4. Neuere Einrichtungen der Colonialfabriken.

1. Cultur des Zuckerrohres.

Das Zuckerrohr ist reicher an Zucker und ärmer an Nichtzucker als sämmtliche sonstigen zuckerführenden Pflanzen. Im Zustand der Reife enthält es 90 Proc. Saft, dessen Dichte 15—25° Sacch. beträgt und dessen Zuckergehalt zwischen 12 und 22 Proc. schwankt, im Mittel jedoch auf 18 Proc. anzunehmen ist. Die Gewinnung des Zuckers aus dem Rohr war schon zu den ältesten Zeiten bekannt. Die Fabrikations-Methoden sind in einzelnen Colonien in neuerer Zeit vielfach verbessert, in manchen werden sie aber noch so mangelhaft betrieben, dass man kaum eine Ausbeute von 5 bis 6 Proc. erreicht.

Das Zuckerrohr (Saccharum officinarum) stammt aus Indien und China. Die Bewohner dieser Länder haben diese Pflanze zuerst verwandt um ihren Saft als ein süsses Getränke zu geniessen und dann einen Syrup und krystallisirten Zucker daraus darzustellen. Das Zuckerrohr gedeiht nur in heissen Gegenden, in tropischem Clima, in nördlicheren Districten ist der Ertrag und namentlich der Zuckergehalt weit geringer. Man baut verschiedene Varietäten, die besten derselben sind das Zuckerrohr von OTaiti, von Batavia, das gestreifte Violette und das Violette von Java.

Die Cultur des Zuckerrohres erfordert einen milden, reichen, von löslichen Salzen möglichst freien Boden und kräftige Düngung. Ein zu grosser Salzgehalt des Bodens, wie er sich in der Nähe des Meeres oft findet, ist der Qualität des Rohres nachtheilig, die Salze gehen in den Saft und befördern die Bildung der Melasse. Bei dem mangelnden Stalldünger wird viel Guano, Fischabfälle, käufliche, aus Europa bezogene Düngstoffe, Phosphate, Fleisch-, Blutdünger, Knochenschwärze verwandt, in neuester Zeit gehen nicht unbeträchtliche Mengen von Kalisalzen von Stassfurth und von Superphosphaten nach den Colonien. Die Düngung mit Blut hat in den Colonien Veranlassung zu eigen-


Fig. 75.
Fig. 74.
Fig. 72.
Fig. 73.

thümlichen Zufällen gegeben: die Ratten, durch den Geruch angelockt, gingen diesem Dünger nach und verzehrten nicht allein den Dünger, sondern auch die Wurzelstöcke des Rohres, und richteten dadurch bedeutenden Schaden an. Man soll dieses dadurch vermieden haben, dass man das Blut mit Kohlenstaub und Russ vermischte.

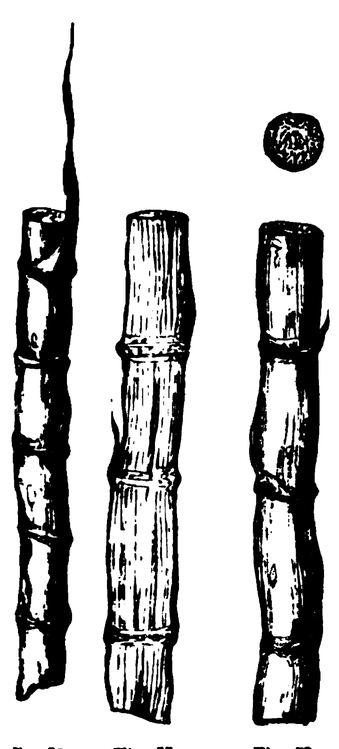


Fig. 76. Fig. 77. Fig. 78.

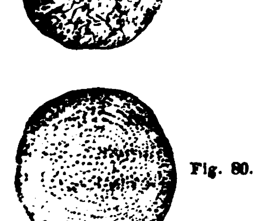


Fig. 79. Fig. 80.

Das Zuckerrohr lässt sich aus dem Samen ziehen, dies geschieht jedoch nur ausnahmsweise, meistens vermehrt man es durch Stecklinge. Diese, kurze Rohrabschnitte, werden schief, in einem Winkel von 45° in kleinen Gräben von 50 C.M. Länge, 25 C.M. Breite und 18 C.M. Tiefe gelegt und mit feuchter Acker-Erde bedeckt. Fig. 72 zeigt einen solchen Steckling, der bereits mehrfache, sich bewurzelnde Triebe gemacht hat. Die erste Entwickelung der jungen Pflanze ist in Fig. 73 dargestellt. Die Stengel schiessen schlank und dünn in die Höhe, bilden zahlreiche Knoten und werfen zuerst die unteren, dann auch die folgenden Blätter ab. Fig. 74 zeigt eine zu zwei Drittel oder drei Viertel ausgewachsene Pflanze, der Stengel hat eine Höhe von 2—4 Meter, in der Mitte einen Durchmesser von 35—45 Millimeter, die grössten Blätter sind 1—1,35 Meter lang und 4—6 Centimeter breit. Die Blätter sind längs gestreift, haben sehr starke weissliche Blattnerven, ihre übrige Farbe ist grün bis gelbgrün, an der Oberfläche sind sie glatt, an den Kanten rauh. Nach 12—15 Monaten, je nach Boden und Clima, beginnt die Blüthe, das oberste Glied des Stengels streckt sich dabei sehr beträchtlich in die Länge (Fig. 75) und bildet eine Rispe von silberweissen Blüthen.

Oft kommt das Rohr nicht zur Blüthe und kann dann also auch

keinen Samen tragen. Die Reife des Stengels giebt sich dann dadurch zu erkennen, dass er sich von unten beginnend bis oben hin gelb färbt, nur die äusserste Spitze bleibt grün. Die Figuren 76—78 stellen Abschnitte des Rohres im Zustand der Reife dar. Die einzelnen Knoten sind 8—12 Centimeter von einander entfernt. Das Gewebe ist an den Knoten weit härter und dichter als zwischen diesen Gliedern, auch ist der Saft in den Knoten zuckerärmer, je weiter daher die Knoten von einander entfernt sind, je länger die Internodien, je vortheilhafter ist dies für die weitere Verarbeitung.

In Fig. 77 ist ein Abschnitt der Länge nach gespalten, man sieht darin eine grosse Anzahl von festen streifigen Partien, die nach aussen hin dicht gedrängt an einander stehen, während sie in der Mitte weiter von einander entfernt sind, Fig. 79 und 80, vergrössert gezeichnete Querschnitte zeigen dieses noch deutlicher. Es sind dies die aus Röhren und Gefässen gebildeten Gefässbündel, welche in dem Parenchym des Markes eingebettet sind und durch die ganze Pflanze verlaufen.

Der Saft enthält verschiedene stickstoffhaltige und stickstofffreie Stoffe, Erdphosphate, Salze der Alkalien, Kieselsäure und eine sehr kleine Menge eines ätherischen Oeles von angenehmem Geruch. Dieses Oel lässt die aus dem Zuckerrohr dargestellten Rohzucker leicht von den Rübenrohzuckern unterscheiden. Die ersteren, sowie die dabei gewonnenen Melassen sind wegen ihres angenehmen Geruchs direct consumptionsfähig, während die letzteren durch ein ätherisches Oel der Rübe einen so unangenehmen Geruch erhalten, dass man sie nicht geniessen kann, ohne dass sie durch Raffiniren davon befreit sind.

2. Structur und Zusammensetzung des Zuckerrohrs.

Wir verdanken Payen sehr eingehende Studien über die Gestalt und die Zusammensetzung der Gewebe des Zuckerrohres, die Secretionsorgane des Zuckers, die Veränderungen der Formen und Eigenschaften der verschiedenen Theile des Gewebes beim Altern, die dabei stattfindenden Veränderungen der Bestandtheile.

Untersucht man, von der äusseren Oberfläche zum Mittelpunkte fortschreitend, einen senkrechten Rohrdurchschnitt im Zustand der Reife, wenn das Rohr gelbliche Farbe angenommen und die meisten Blätter abgeworfen hat, so findet man:

1. Eine feine, der Cuticula aufliegende Schicht g g Fig. 5, Tafel XXXIV, gebildet aus einer Art von Wachs, welches von Dumas untersucht und als Cerosin bezeichnet ist.

2. Die Cuticularschicht h mit eckigen, sich dicht an die Intercellularräume des darunter befindlichen Gewebes legenden Vorsprüngen.

3. (Fig. 4 und 5) Dicke Wandungen jj langer Epidermiszellen ii, die einzelnen Zellen legen sich dicht an einander, doch ist zwischen jeder eine Scheidelinie wahrnehmbar; die Hohlräume der Zellen communiciren durch eine zarte Membran, welche feine, die Zellwandung durchsetzende Canäle begrenzt.

4. Ein zartwandiges Zellgewebe mm unter der Epidermis ll (Fig. 5).

5. Ein etwas dickwandiges Zellgewebe, dessen Membranen mit Tüpfelcanälen durchsetzt sind.

6. Zwei der Oberfläche parallele, kreisförmige Reihen von Holzgefässbündeln, einen mit den unten zu beschreibenden Gefässen erfüllten Raum umgebend. Diese Bündel sind in der ersten Reihe einander sehr genähert, in der zweiten weiter von einander abstehend. Aehnliche Bündel, aber ärmer an Holzgefässen und weiter von einander abstehend, inmitten grösserer Zellen liegend, finden sich bis zum Mittelpunkt des Stengels.

Die zwischen der Epidermis und den beiden ersten Reihen der Holzbündel liegenden Zellschichten sind zuckerfrei. Der Zucker ist in den zartwandigen Zellen, die die Gefässbündel im Innern des Stengels umgeben, enthalten.

Die Figuren 1 und 2 zeigen ein solches Gefässbündel bei 450-maliger Vergrösserung, die vorher beschriebenen Figuren 4 und 5 sind doppelt so stark vergrössert. Fig. 1 ist ein Querschnitt, Fig. 2 Längsschnitt.

a ist ein Ringgefäss, bb grosse getüpfelte Gefässe, cc kleinere getüpfelte Gefässe, in Fig. 3 in grösserem Maassstabe dargestellt; dd dickwandige Holzgefässe mit Tüpfelcanälen durchsetzt.

ee und e′e′ die ersten zuckerführenden Zellen; die kleinsten derselben begrenzen die Gefässbündel. In diesen finden sich während der ersten Zeit der Entwicklung Stärkmehlkörner, die später aber verschwinden.

ff zuckerführendes Zellparenchym. Die Zellen werden immer grösser, in je weiterem Abstande sie von den Gefässbündeln befindlich sind. Die Längswandungen dieser Zellen sind getüpfelt, die Querwände sind dagegen frei von Tüpfeln.

Im Zustand der Reife werden alle Gewebe, nachdem man sie mit Wasser gewaschen hat, durch Jod gelb gefärbt, ein Zusatz von Schwefelsäure macht die Färbung intensiver, die Cuticula h (Fig. 5) wird orange gefärbt.

Behandelt man die Gewebe mit Natron, so werden die Eiweissstoffe, welche in die Zellmembran eingelagert sind, gelöst und können fortgewaschen werden. Die Membranen der kleinen getüpfelten Gefässe cc′,

die Membranen der zuckerführenden Zellen e f geben dann die Cellulose-Reaction, färben sich mit Jod und Schwefelsäure behandelt blau. Die äusseren Zellschichten widerstehen der Wirkung des Natrons, sie quellen dabei, krümmen sich, zerfallen in vereinzelte Zellpartien, behalten aber die Gelbfärbung auf Zusatz von Jod und Schwefelsäure.

Je jünger das Rohr ist, um so leichter tritt die Cellulose-Reaction hervor; im jungen Rohr nehmen die zuckerführenden Zellen bei der Behandlung mit Jod und Schwefelsäure zuerst gelbliche Färbung an, diese verwandelt sich bald in grün, schliesslich werden sie blau gefärbt.

Bei einem ganz jungen, weisslichen, noch von Keimblättern umschlossenen Triebe von 3 C.M. Länge wurden sämmtliche Gewebe mit Ausnahme der kleinen getüpfelten Gefässe durch wässrige Jodlösung gelb gefärbt. Ein Tropfen Schwefelsäure brachte darauf eines der hübschesten mikroskopischen Bilder hervor. Die Gewebe der Knoten in ihrer Cuticula und allen ihren inneren Theilen gelb gefärbt, wurden durch die ganze Dicke ihrer gequollenen Wände violett; die Cuticula und Epidermis hatten einen tief orangegelben Farbenton angenommen. das darunter liegende Zellgewebe wurde blau in der ganzen Dicke der Zellen; ebenso wurden die kleinen getüpfelten Gefässe blau gefärbt und bildeten so einen blauen cylindrischen Bündel, der umgeben war von einer gelbgefärbten Partie; diese letztere bestand aus den grossen Tüpfelgefässen b b mit ihren zahlreichen Tüpfeln, den Ringgefässen a und den Holzfasern d d. In der Mitte dieser letzteren konnte man die innere gequollene Schicht wieder deutlich erkennen, indem diese, aus reinerer Cellulose bestehend, gebläuet war.

In den ganz jungen Stengeln und Trieben finden sich ausserdem regelmässig zahlreiche Spiralgefässe (Fig. 6), diese verschwinden aber später, im reifen Rohr waren sie niemals nachweisbar.

In den jungen Stengeln und in den neugebildeten Blättern kommen zahlreiche Stärkmehlkörner vor; die Stengel enthalten sie namentlich in den dicht unter der Epidermis befindlichen Geweben und in den zuckerführenden Zellen im Umkreise der Gefässbündel. Ebenso kommen die Stärkmehlkörner in den die Gefässbündel umgebenden Zellen der jungen Blätter vor.

Diese Ablagerungen von Stärkmehl finden sich im reifen Stengel nicht mehr, höchstens noch in den oberen, jüngsten Internodien. Der Reichthum des Saftes an Zucker wird um so grösser, je reifer der Stengel wird, im unreifen Zustande enthält er ausser dem Stärkmehl noch manche andere fremde Stoffe, die nachtheilig auf die Krystallisation einwirken.

Aus diesem Grunde entfernt man bei der Ernte die Spitzen und

Wurzeltriebe, um sie entweder als Stecklinge für die nächste Ernte, als Futter für die Thiere, oder getrocknet als Brennmaterial zu verwenden.

Dieses Auftreten des Stärkmehls in den jugendlichen Pflanzentheilen und sein Verschwinden bei der Reife erklärt es, dass manche Analytiker den Saft des Zuckerrohrs reich an Stärkmehl fanden, während Andere es nicht nachweisen konnten.

Nachstehende Tabelle zeigt die Zusammensetzung des Zuckerrohrs im Zustande der Reife und andererseits im ersten Drittel der Entwicklung:

Zusammensetzung des Zuckerrohres.

Völlig reif.		Im ersten Drittel der Entwicklung.	
Wasser	71,04	Wasser	79,70
Rohrzucker *	18,00	Rohrzucker u. Traubenzucker	9,06
Cellulose, Lignin, Pectin, Pectinsäure **	9,56	Cellulose und incrustirende Materie	7,03
Eiweiss und drei andere stickstoffhaltige Stoffe .	0,55	Eiweiss und drei andere stickstoffhaltige Stoffe ††	1,17
Cerosin, Chlorophyll, gelber, brauner, rother Farbstoff, Fett, Harz, ätherisches Oel, aromatische zerfliessliche Materie *** . . .	0,37	Stärkmehl, Cerosin, Chlorophyll, gelber, brauner, rother Farbstoff . . .	1,09
Unlösliche Salze 0,12; lösliche Salze 0,16; Kalk- u. Magnesia-Phosphate †; Thonerde; schwefelsaurer u. oxalsaurer Kalk; essigsaurer u. apfelsaurer Kalk, Kali, Natron; schwefelsaures Kali, Chlor-Kalium und Natrium	0,28	Fett und aromatische Stoffe, hygroskopische Substanz, flüchtiges Oel, lösliche und unlösliche Salze, Thonerde, Kieselsäure .	1,95
Kieselsäure	0,20		
	100,00		100,00

* Wenn man auch annehmen muss, dass im reifen Rohr nur Rohrzucker, dagegen kein Traubenzucker und Fruchtzucker vorkommt, so können sich doch in Folge von, durch mechanische Verletzungen bei der Ernte hervorgebrachten Zersetzungen geringe Mengen dieser beiden letzten Zuckerarten im zu verarbeitenden Safte finden.

** Die Menge der Cellulose, des Lignins etc. ist abhängig von dem dichteren oder weiteren Stand der Knoten, indem die Gewebe in den Knoten weit dichter sind, als in den Internodien. Die Pectinsäure ist immer an Basen gebunden.

*** Die zerfliessliche Materie ist in kaltem, 95 proc. Alkohol löslich, wird durch Gerbsäure gefällt, färbt sich bei Siedhitze rothbraun. Nach PLAGNE und HERVY hat diese Materie die Eigenschaft, den Zucker in eine klebrige, geschmacklose Substanz zu verwandeln und die Alkoholgährung zu verhindern; sie lässt sich durch Filtration des kalten Saftes durch Knochenkohle entfernen.

† Der Saft enthält nach PAYEN's Beobachtungen saure Kalk- und Magnesia-Phosphate, auf Zusatz eines geringen Ueberschusses von Ammoniak fiel ein krystallinischer Niederschlag von phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia (0,09 Proc.), ausserdem ein flockiger Niederschlag, der, gesammelt und mit Schwefelsäure behandelt, schwefelsauren und sauren phosphorsauren Kalk lieferte. Unter dem Einfluss der Luft und des Ammoniaks färbt sich der Saft braun.

†† Das Gesammtgewicht dieser stickstoffhaltigen Substanzen ist aus der Elementaranalyse abgeleitet.

Aus den vorstehenden Zahlen ergiebt sich, dass das unreife Rohr nur etwa halb so viel Zucker und etwa um ein Drittel weniger Gewebe bildende Stoffe, dagegen etwa dreimal so viel fremde Materien, Nichtzucker enthält wie das reife Rohr. Diese Verschiedenheiten machen es begreiflich, dass man in solchen Gegenden, wo das Rohr durch klimatische Einflüsse nicht zur völligen Reife kommt, entweder nur eine sehr ungenügende Ausbeute an Zucker erhält, oder nur Syrup produciren kann, während heisse Gegenden, in denen die Pflanze ihre normale Reife erhält, ein an Nichtzucker armes Rohr liefern.

Die Knoten des Zuckerrohrs werden von einem dichten Gewebe, in welchem die Holzfasern mit dicken Wandungen vorherrschen, gebildet; die Membranen sämmtlicher Zellen sind hier weit stärker als in den anderen Theilen, die zuckerführenden Zellen kleiner und weniger zahlreich. Der Zuckergehalt der Knoten ist daher kaum halb so hoch wie der der Internodien. Da die nicht mit Zuckersaft gefüllten Zellen andere Bestandtheile enthalten, so muss der Saft in den Knoten auch verhältnissmässig schlechter sein.

Die reifen Stengel werden nahe am Boden mit einem Beile abgehauen und in die nahe der Siederei gelegenen Magazine geschafft; der Blüthenstiel und die Blätter werden beseitigt; die 4 oder 5 obersten Knoten, weniger zuckerhaltig, werden abgeschnitten und dienen als Stecklinge, als Viehfutter oder als Brennmaterial. Ausserdem müssen alle solche Rohre, welche mechanische Verletzungen haben, vom Winde gebrochen, oder von Ratten angefressen sind, sorgfältig ausgelesen werden, weil diese leicht in Fäulniss übergehen und dann das Ferment auf den ganzen Inhalt des Magazins übertragen können. Der Saft dieser beschädigten Stengel wird, mit der Melasse gemischt, zur Fabrikation von Rum oder Spiritus verwendet.

Der Ernteertrag an Rohr ist sehr verschieden in den einzelnen Colonien, je nach ihrem Klima, durchschnittlich kann man annehmen, dass ein Hectar bei einer 15monatlichen Vegetationszeit folgende Mengen von Rohr liefert:

Martinique	2500	Kilo.
Guadeloupe	3000	"
Réunion	5000	"
Brasilien	7500	"

3. Gewinnung und Verarbeitung des Saftes.

Die Verarbeitung des Rohres geschieht auf die verschiedenste Weise. Viele Siedereien haben noch die einfachsten, unvollkommensten Einrich-

tungen, andere sind mit all den verbesserten Apparaten versehen, welche für gleiche Zwecke in den Rübenzuckerfabriken sich finden.

Die Saftgewinnung geschieht in den älteren Siedereien einfach durch ein Zerquetschen des Rohres zwischen steinernen, canellirten Walzen, wobei der Saft freiwillig abfliesst. Manche Siedereien haben eiserne Walzen. Als bewegende Kraft dient ein vorbeifliessender Bach, der Wind, Zugthiere, in einzelnen Fällen Dampf.

Der Saft läuft von den Walzen durch ein Gerinne in einen Sammelbehälter, in welchem er eine Stunde lang stehen bleibt, um Theilchen des zerquetschten Rohres, Sand u. dergl. abzusetzen. Dieses Verweilen vor der Scheidung ist jedoch in hohem Grade nachtheilig, da während desselben schon Gährung eintreten kann.

Die Scheidung und Verdampfung erfolgt in einer Reihe von fünf neben einander stehenden Kesseln, die durch ein gemeinsames Feuer geheizt werden. Der letzte, vom Feuer am weitesten entfernte Kessel entspricht unserer Scheidepfanne. Der Saft wird darin mit einer geringen Menge von Kalkmilch versetzt, pro 100 Liter Saft 0,2—0,3 Kilo Kalk. Die Scheidung erfolgt nach oben. Beim Aufwallen entfernt man den Schlamm * mit einem Schaumlöffel und bringt den Saft mittelst eines Schöpfers in den zweiten Kessel. Hier bildet sich beim Verdampfen von Neuem Schaum, dieser wird beständig mit dem Schaumlöffel abgenommen und in den ersten, inzwischen von Neuem gefüllten Kessel geworfen. Nach dem Klarwerden kommt der Saft in den dritten Kessel. Hier beobachtet man die Farbe und den Grad der Flüssigkeit und setzt, wenn diese noch zu wünschen übrig lassen, noch eine geringe Menge von Kalk zu und schäumt so lange ab, bis alle Unreinigkeiten entfernt sind. Im vierten Kessel wird dann bis zur Consistenz des Syrups und endlich im fünften Kessel fertig gekocht; der siedende Saft wirft dabei Blasen, die mit prasselndem Geräusch zerplatzen.

---

* Bei einer Scheidung mit kaltem Kalkwasser erhielt AVEQUIN von 10 Liter Saft von $8^1/_2$° B. oder 15° Sacchar. 38,86 Grm. trocknen Schlamm; darin war enthalten:

Cerosin	7,15 Grm.
Grüner Farbstoff	1,50 »
Eiweiss und Spuren von Cellulose	5,56 »
Kalk- und Magnesia-Phosphat	15,70 »
Kohlensaurer Kalk	2,80 »
Kieselsäure	6,15 »
Eisen- und Manganoxyd	Spur.

Der Saft von auf Neuland gewachsenem Rohr gab 40—70 Grm. trocknen Schlamm; recht reifes, auf bereits länger in Cultur stehendem Boden gewachsenes Rohr liefert eine geringere, als obige Menge Schlamm.

Die ursprünglich gusseisernen, halbkugeligen Kessel sind später durch flache, geradwandige kupferne Pfannen ersetzt und diese wurden dann so eingerichtet, dass sie terrassenförmig übereinander standen, aber noch durch ein Feuer geheizt wurden. Die Pfannen sind dabei nicht fest eingemauert, sondern sind auf die Art beweglich, dass man sie am einen Ende heben und so ihren Inhalt in die nächstfolgende, tiefer stehende entleeren kann. Diese Art von Pfannen sind als Kipppfannen bezeichnet. Die von der letzten Pfanne entweichenden Verbrennungsproducte leitet man häufig, um ihre Wärme noch auszunutzen, in einen Röhrenkessel und verwendet den Dampf zur Heizung besonderer Apparate, in denen dann die letzte Concentration vorgenommen wird.

Welche Form man auch den Pfannen geben möge, so bleibt doch immer die Verkochung über freiem Feuer äusserst unvollkommen. Der Saft verändert sich bei der langen Berührung mit der Luft, durch Ueberhitzung wird ein grosser Theil des Zuckers in nicht krystallisirbare, gefärbte Producte, Caramel verwandelt, wodurch eine unverhältnissmässig grosse Menge von Syrup, aber wenig krystallisirter Zucker gewonnen wird. Um diesen Uebelstand zu vermeiden, führt man mehr und mehr durch Dampf geheizte Apparate ein, bei genügendem Capitalbesitz die Verdampfapparate von Rillieux, bei beschränkteren Mitteln solche Apparate, die allerdings nicht mit Vorrichtungen zur Erzeugung des luftverdünnten Raumes versehen sind, doch aber die Erhitzung des concentrirten Syrups durch Dampf bewerkstelligen. Die in den französischen Colonien verwandten Apparate sind im Princip dem zur Concentration der Dextrinlösungen verwandten und S. 128 beschriebenen ähnlich construirt. Es sind namentlich zwei derartige Apparate, der eine von Wetzel, der andere von Bour in Aufnahme gekommen.

Der Apparat von Wetzel ist ein Halbcylinder mit doppelten Wandungen, auf demselben liegt eine heizbare Rührvorrichtung, bestehend aus einer hohlen Welle, auf welcher zwei linsenförmige, durch zahlreiche Röhren unter einander verbundene Körper aufgezogen sind. Die Welle trägt ausserhalb des Cylinders Riemenscheiben oder Kurbeln und wird durch beliebige Kraft in Umdrehung erhalten. In den Raum zwischen der Cylinderwand und dem Mantel sowie in die Hohlwelle der Rührvorrichtung wird Dampf geleitet, der auf dieser grossen Heizfläche die Wärme rasch an die Flüssigkeit abgiebt und so eine rasche Verdampfung ermöglicht.

Der Apparat von Bour hat eine ähnliche Einrichtung, er ist in Fig. 81 und 82 dargestellt. B ist der Saftbehälter mit halbcylindrischem Boden, mit einem Dampfmantel C umgeben; der Dampf tritt

durch das Rohr a ein und entweicht durch d in den Dampfsammler. Das Rührwerk A besteht aus einer hohlen Welle D, auf welcher vier

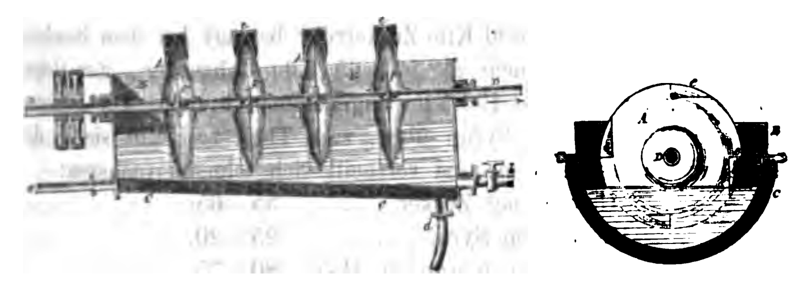


Fig. 81. Fig. 82.

Hohlkörper ff befestigt sind. Der Dampf geht in der Richtung des Pfeilers durch die Hohlwelle, muss aber auf diesem Wege durch die Körper ff passiren. Die Körper f tragen je zwei Becher e, welche beim Eintauchen einen Theil des Saftes mitnehmen und denselben beim Austritt aus der Flüssigkeit über den mit Dampf erfüllten Raum ausgiessen. Die Drehung der Welle erfolgt durch Riemenscheiben oder Kurbeln.

Beim Verdampfen des Saftes bildet sich ein fest an den Wandungen der Pfannen oder Kessel haftender Absatz, in den Colonien Cal genannt. Derselbe besteht aus fast reinem phosphorsaurem Kalk*. Zur Beseitigung desselben heizt man die Pfannen nach Entfernung des Saftes trocken, die anhaftende Masse wird dabei brüchig und kann mit dem Meissel leicht entfernt werden. Die RILLIEUX'schen Verdampfapparate geben keinen so festhaftenden Stein, derselbe lässt sich leicht mit verdünnter Salzsäure entfernen.

Den fertig gekochten Saft brachte man früher in ein Reservoir, liess auf 45—50° erkalten, füllte die Masse von ausgeschiedenen Krystallen und Syrup in Fässer mit durchlöchertem Boden, und liess hier den Syrup abtropfen. Dieses mangelhafte Verfahren ist heute fast vollständig aufgegeben. In den meisten Siedereien kommt die Füllmasse in grössere flache Behälter, worin sie erkaltet und während 24 Stunden der Krystallbildung überlassen wird. Die Beendigung der Krystallisation erfolgt in Formen, aus denen dann endlich durch Oeffnen

* Nach einer Analyse von AVEQUIN enthält derselbe:

Phosphorsauren Kalk .	92,43	Proc.
Phosphorsaures Kupfer	1,41	„
Kohlensauren Kalk .	1,35	„
Kieselsäure	4,71	„

e nach der Reinheit des angewandten Scheidekalkes wird die Zusammensetzung es Steines natürlich variiren. Der Gehalt an Kupfersalz rührt davon her, dass ie Verdampfung in kupfernen Pfannen vorgenommen war.

der Spitze der Syrup abläuft. Manche Zuckersiedereien bedienen sich bereits zur Entfernung des Syrups der Centrifuge und decken darin mit Zuckerlösungen.

Die Ausbeute aus 1000 Kilo Zuckerrohr beträgt bei dem beschriebenen Verfahren nicht mehr als 55—65 Kilo Rohzucker, der Gehalt an Zucker kann zu 160—190 Kilo angenommen werden. Die Differenz geht zum Theil in den Syrup über, zum Theil verbleibt sie in dem mangelhaft gepressten Rohr und vertheilt sich folgendermaassen:

Gewonnener Zucker . . . 55—65.
Zucker im Syrup . . . 25—20.
Zucker im gepressten Rohr 80—75.

Der beträchtliche Verlust von durchschnittlich etwa 56 Proc. wird daher vorzugsweise durch die äusserst mangelhafte Saftgewinnung herbeigeführt. Um diese zu verbessern, hat man in neuerer Zeit empfohlen, das Rohr ähnlich wie die Rüben zu zerreiben und den Brei in hydraulischen Pressen zu entsaften, wobei man, um Veränderungen des Saftes zu vermeiden, ½ Proc. vom Gewicht des Rohres schwefligsaures Natron zusetzen soll. Die Anwendung des schwefligsauren Natrons soll in Louisiana, wo in Folge der nördlicheren Lage und des minder heissen Clima's das Rohr zuckerärmer und reicher an fremden Stoffen als in den westindischen Besitzungen ist, sehr gute Erfolge gegeben haben. Durch vollständige Entsaftung, namentlich wenn man die Pressrückstände nochmals mit 15—20 Proc. Wasser anmacht und nachpresst, ist jedenfalls eine beträchtlich höhere Ausbeute zu erzielen, allein es ist dabei zu berücksichtigen, dass das gequetschte Rohr, die Bagasse, meistens das einzige Brennmaterial ist und dass die zerriebenen Pressrückstände dieses wohl nur sehr unvollkommen ersetzen können. Kann man sich Steinkohlen verschaffen, so ist gewiss das Robert'sche Diffusions-Verfahren wegen seiner Einfachheit am meisten zur besseren Saftgewinnung geeignet.

4. Neuere Einrichtungen der Colonial-Fabriken.

Eine wesentliche Verbesserung wurde durch die Einführung vervollkommneter Pressen erzielt. Während die alten Pressen kaum die Hälfte des Saftes gewinnen liessen, gaben die neueren anfangs 60—65, später bei noch besseren Einrichtungen 70—72 Kilo Saft von 100 Kilo Rohr. Diese Pressen (Taf. XXXV, Fig. 2) bestehen aus drei hohlen, gusseisernen Cylindern a b c, welche horizontal auf starkem eisernen Gerüst liegen. Die einzelnen Cylinder lassen sich mit Hilfe der Druckschrauben i i, welche die Zapfenlager verstellen, einander mehr nähern, oder sie weiter entfernen. Einer der Cylinder erhält seine Bewegung

durch ein Trieb- und Vorgeläge, Zahnräder auf der Axe jedes Cylinders greifen in einander und bewirken so von den einen ausgehend die Umdrehung der anderen. Das zu pressende Rohr wird auf einem endlosen Tuche der schiefen Ebene d d zugeführt, tritt zwischen das erste Walzenpaar a c, wird hier plattgedrückt, geht über die gekrümmte eiserne Platte e e und wird dann zum zweiten Male zwischen b und c gepresst. Dadurch, dass man die Walzen a und b ungleich weit von c abstellt, wird das Rohr verschieden stark gepresst. a steht so weit von c ab, dass das Rohr nur einen gelinden Druck erfährt, es wird nur zerquetscht, b ist weit mehr an c herangebracht und übt so einen sehr starken Druck auf das bereits vorher theilweis entsaftete Rohr aus. Die Bewegung der Walzen muss, um dem Saft Zeit zum Abfliessen zu lassen, eine langsame sein. Mit den von Cail construirten Pressen erhält man auf Cuba und Réunion 70—72 Kilo Saft von 100 Kilo Rohr.

Dieses glückliche Resultat ist eine Folge der grossen Solidität der Pressen und ihrer Aufstellung, und diese ist auch nur ausreichend bei der langsamen Bewegung, welche man den Walzen giebt. Sie machen nur eine Umdrehung in zwei Minuten. Diese geringe Geschwindigkeit ersetzt man, um die Leistungsfähigkeit zu erhöhen, durch gewaltige Dimensionen. Die von Cail construirten Walzen haben einen Durchmesser von 1 Meter, eine Länge von 2,10 Meter, sie liefern dabei 3 bis 400000 Liter Saft und erfordern einen Aufwand von 90 Pferdekräften.

Diese vollkommenere Entsaftung des Rohres rief bald einen Mangel an Brennmaterial hervor. Zieht man nur die Hälfte des Saftes aus dem Rohr, so enthält die Bagasse von 100 Kilo Rohr noch 10 Kilo Faser und 10 Kilo Zucker, im Heizwerth entsprechend 20 Kilo Holz. Gewinnt man dagegen 70 Theile Saft, so bleiben in der Bagasse von 100 Rohr nur mehr 4 Kilo Zucker, zusammen mit 10 Kilo Faser behält man also nur 14 Kilo Brennmaterial von der Zusammensetzung des Holzes, oder $^1/_3$ weniger als früher. Mit diesem geringeren Vorrath an Brennmaterial hat man aber $^2/_5$ Saft mehr als früher zu verdampfen. Die Verbesserung der Pressen musste daher nothwendiger Weise auch eine Vervollkommnung der Verdampfapparate nach sich ziehen.

Es ereignet sich oft, dass mehrere Knoten des Rohres gleichzeitig zwischen die Walzen gelangen, oder dass ein fremder Körper zwischen dieselben geräth; es kann dadurch ein solcher Widerstand hervorgerufen werden, dass wichtige Theile des Apparates zerbrechen. Um diesem vorzubeugen, haben die Constructoren die Vorsicht gebraucht, einen der minder wichtigen, weil leichter zu ersetzenden, Theile der Maschine, die Welle, welche dem Vorgeläge des grossen Rades die Bewegung ertheilt,

unverhältnissmässig schwach zu machen. Tritt nun eine Störung ein, so ist es wahrscheinlich, dass diese Welle brechen wird, während die übrigen Theile erhalten bleiben. Durch Reservewellen ist dafür gesorgt, dass man nur eine solche einzuschalten braucht, um ohne Zeitverlust weiter arbeiten zu können. Ein anderes zweckmässigeres Verfahren besteht darin, dass man eines der Räder durch eine Frictionskuppelung auf der Hauptwelle befestigt; wird dann der Widerstand zu gross, so werden die Räder stehen bleiben, weil die Welle die Friction der Kuppelung überwindet und sich in dem Rade dreht.

Die Saft-Ausbeute lässt sich noch vermehren, wenn man heiss presst, indem man die hohlen Walzen mit Dampf füllt. Das Rohr verliert dabei zum Theil seine Elasticität, lässt den Saft leichter ausfliessen, dehnt sich beim Austritt aus der Presse weniger aus und saugt daher auch weniger Saft auf. Fig. 1, Taf. XXXV giebt eine Darstellung einer aus fünf mit Dampf geheizten Walzen bestehenden Presse, wie sie nach PAYEN's Angaben von mehreren Fabrikanten gefertigt wird.

Die Einrichtungen sind bis auf die Vorrichtung für die Heizung dieselben wie bei der gewöhnlichen Walzenpresse. Fünf hohle Walzen liegen so nebeneinander, dass das Rohr viermal einem allmälig zunehmenden Drucke ausgesetzt wird. Die die Walzen tragenden Wellen a b c d e sind an ihren beiden Enden durchbohrt, durch die eine Oeffnung tritt Dampf ein, durch die andere entweicht er wieder. Ausserdem sind noch zwei, der Länge nach mit feinen Löchern durchbohrte Röhren h i, das eine über, das andere gerade unter den Platten angebracht, über welche das Zuckerrohr den letzten Pressungen zugeführt wird. Der Dampf durchdringt die darüber hinweggleitenden Stengel, condensirt sich darin zum Theil und befördert dadurch den Ausfluss eines etwas verdünnteren Saftes. Die ganze Presse ruht, um die Wärme zusammenzuhalten, unter einer grossen eisernen Glocke m m. Das frische Rohr wird bei f zugeführt und als Bagasse bei f' aus der Presse fortgeschafft. Der Saft fliesst über die schiefen Ebenen k k' und wird durch die Rohrleitung l l' einem Reservoir zugeführt. Er erlangt während des Durchganges durch die Presse eine Temperatur von 60° und ist dadurch vor Gährung geschützt.

Fig. 3, Tafel XXXV zeigt die ganze Anordnung der verbesserten Apparate. Eine Dampfmaschine treibt die Hauptwelle b mit dem Schwungrade c. Von dieser Welle aus wird die Bewegung auf das grosse Rad d und von diesem auf das zweite grosse Rad e übertragen. Das letztere greift in das erste Zahnrad der drei oder fünf Walzen-Presse. Der zwischen den Walzen ausgepresste Saft fliesst durch eine Rinne in das mit Doppelboden versehene Reservoir h, in welchem er, um jede Gährung

zu vermeiden, auf 60° erwärmt wird. In manchen Siedereien erwärmt man auch die Leitung zwischen der Presse und dem Reservoir. Sobald das letztere gefüllt ist, nimmt der Montejus i die heisse Flüssigkeit auf und treibt sie durch die Röhre j l in die Scheidepfanne m. Nach der Scheidung lässt man den Saft durch ein kleines Vorfilter n auf das Filter n', welches vorher schon zur Filtration von Dicksaft gedient hat. Der filtrirte Saft hat eine Dichte von ca. 9° B. (17° Sacch.), er wird auf den Condensationsröhren P des auf Tafel XXXII im Detail dargestellten Verdampfapparates bis zu einer Concentration von ca. 16° B. (30° Sacch.) gebracht. Der hier abfliessende Saft sammelt sich in einem Reservoir und wird dann nach Bedürfniss in den Verdampfkörper des Vacuumapparates S eingezogen, S' ist der Ueberkocher, M die Luftpumpe dieses Apparates. Bei einer Concentration von 25° B. (46° Sacch.) lässt man den Saft ab, treibt ihn durch ein Montejus in ein besonderes Reservoir und lässt ihn von diesem auf das mit frischer Kohle beschickte Filter n'. Der Dicksaft wird in das zweite Vacuum S'' gezogen, welches durch das Rohr o' mit dem Uebersteig-Condensator S''' verbunden ist und in welchem durch die Luftpumpe M' das Vacuum hergestellt wird. Hier wird der Dicksaft bis zur Fadenprobe oder auf Korn verkocht. Die weitere Behandlung, die Krystallisation etc. ist genau dieselbe, wie wir sie bei der Rüben-Zucker-Fabrikation beschrieben haben.

Die Vortheile dieser verbesserten Einrichtungen bestehen darin, dass man eine um 33 Procent höhere Ausbeute aus dem Rohr und ein Product erhält, welches einen um 10 Procent höheren Preis erzielt, als beim alten Verfahren. Die rasche Verdampfung im luftverdünnten Raume gestattet es, in derselben Fabrik grössere Mengen von Rohr zu verarbeiten. Man kann dadurch in der Mitte mehrerer Plantagen eine grosse Centralfabrik errichten, welche das auf verschiedenen Stellen producirte Rohr verarbeitet und damit eine Trennung des eigentlichen landwirthschaftlichen Betriebes von dem der Fabrik herbeiführen, wodurch dem Pflanzer die Schwierigkeiten aller Art, die Beschaffung des Capitales für die Siederei etc. abgenommen werden. Eine derartige grosse Fabrik besteht unter anderen in der Havanna, sie vereinigt den Betrieb von vier alten Siedereien, der von St. Thomas, St. Susanna, St. Martin und Zuluetta, sie liefert 125000 Kilo Zucker; eine andere Centralfabrik, welche von Cail und Souques zu Pointe-à-Pitre auf Guadeloupe errichtet ist, erhält durch eigene Schiffe die Zuckerrohrernte vom ganzen Ufer; ein eigener Canal führt die Schiffe einer Eisenbahn zu, welche an der Fabrik endigt. Diese letztere ist auf eine Verarbeitung von einer Million Kilo Zuckerrohr eingerichtet und liefert 100000 Kilo Zucker.

Eine andere wesentliche Verbesserung besteht darin, dass man den Zucker im Vacuum auf Korn kocht, wobei für eine Bildung möglichst grosser Krystalle gesorgt wird. Der Krystallzucker wird nach beendigter Krystallisation in die Centrifuge gebracht und darin erst mit reinem Syrup, dann mit Dampf gedeckt. Man erhält so ein hochfeines Product, welches ohne raffinirt zu sein zum Consum gelangt.

Durch Perrier, Possoz, Cail u. Comp. ist ein neues Scheidungsverfahren des Saftes eingeführt. Es beruht auf der Anwendung des neutralen schwefligsauren Natrons. Das trockene Salz wird in seinem dreifachen Gewicht kaltem Wasser gelöst. Die Lösung wird dem Saft in der Scheidepfanne in solchem Verhältniss zugesetzt, dass auf 1000 Liter Saft 0,5 bis 1 Kilo trockenes Salz kommt. Wird der Saft dadurch nicht genügend geklärt, so giebt man ein wenig Kalkmilch zu. Es soll dabei nicht mehr Kalk zugesetzt werden, als dass der Saft gerade neutral wird, ohne alkalisch zu sein. Bei der erfolgenden Scheidung kocht man kurze Zeit und nimmt dabei den Schaum sorgfältig ab. Die weitere Verdampfung kann in offenen Kesseln oder im luftverdünnten Raume geschehen. Dieses Verfahren hat in vielen Colonien Eingang gefunden, es werden gegenwärtig jährlich 200000 Kilogr. des Salzes von Frankreich für die Zuckerfabriken ausgeführt.

Die Nebenproducte dieser Fabrikation bestehen in dem Scheideschlamm, dem gepressten Rohr, der Bagasse und dem Syrup. Der nur in geringer Menge producirte Scheideschlamm wird als Dünger verwandt. Die Bagasse ist das einzige Brennmaterial und findet daher seine Verwendung zum Heizen des Dampfkessels. Die dabei verbleibende Asche ist ungemein reich an Kalisalzen und könnte zur Glasfabrikation dienen; man zieht es aber vor, sie auf den Acker zu bringen, um dem Felde darin die Nährstoffe für die folgende Zuckerernte wieder zu geben, seine Fruchtbarkeit zu erhalten. Der Syrup kommt theils in den Handel und ist, weil ihm der unangenehme Geruch des Rübensyrups fehlt und seines geringeren Salzgehaltes wegen, direct consumtionsfähig; ein grosser Theil davon wird in Westindien selbst nach der Gährung auf Rum, Taffia oder Spiritus verarbeitet. Man lässt ihn dabei gewöhnlich mit dem Safte des beschädigten Rohres gähren und erhält dadurch einen Rum, welcher durch feines Aroma besonders beliebt ist.

Endlich mögen folgende Angaben eine Uebersicht über den Betrieb einer Siederei geben, welche täglich 480 Hectoliter oder in einer Campagne von 150 Tagen 72000 Hectoliter Saft verarbeitet und daraus 1,200000 Kilogrm. Zucker producirt.

Der Dampfbedarf ist gleich dem einer 92 Pferdekraft-Dampfmaschine; davon werden 16 Pferdekraft zum Betrieb der Maschine, 76

zum Verdampfen verwandt. Der Druck in den Kesseln beträgt 5 Atmosphären.

Zur Scheidung sind 6 Pfannen von 1,33 Meter Durchmesser vorhanden, jede fasst 10 Hectoliter Saft, macht täglich 8 Operationen, zusammen also 48 Operationen à 10 Hectoliter = 480 Hectoliter. Zu jeder Scheidung werden 150—300 Grm. Kalk verwandt.

Die Filtration besorgen 11 Filter, in jedem sind 1250 Kilo Knochenkohle, in allen also 13750 Kilo. Von den Filtern filtriren 6 jedes stündlich 4 Hectoliter Dünnsaft, oder in 24 Stunden incl. 4 Stunden Ruhe = 480 Hectoliter. 5 Filter gehen mit Dicksaft, liefern 1,7 Hectoliter pro Stunde oder täglich 200 Hectoliter. Alle 24 Stunden werden 2 Filter frisch gefüllt; die Kohle von jedem Filter hält 625 Kilo Dicksaft zurück, dieser wird zuerst durch Dünnsaft verdrängt, der Dünnsaft mit Wasser ausgewaschen, bis die abfliessende Flüssigkeit 2° B. (3½° Sacch.) zeigt. Das Auswaschen dauert 3 Stunden.

Die Verdampfung geschieht zuerst auf drei Condensations-Röhrensystemen bis zu der oben angegebenen Concentration, dann in den beiden Apparaten, im ersten bei einer Luftverdünnung von 31 C.M. Barometerstand, im zweiten Apparate erfolgt das Verkochen bei einem Barometerstande von 16 bis 17 C.M.

Bei der Krystallisation wird die Füllmasse zuerst im Wärmer auf 88° gebracht und liefert dann 160 Formen von 70 Kilo Masse, nach dem Abtropfen verbleiben pro Form 50 Kilo Zucker, also tägliche Production 8000 Kilo oder pro Campagne 1,200000 Kilo.

Zuckerfabrikation.

III. Raffination des Zuckers.

Weder die Rohzucker der Plantagen, noch die aus Rüben dargestellten Rohzucker kommen in erheblichen Mengen direct zur Consumtion, der bei weitem überwiegende Theil davon wird in besonderen Anstalten, den Raffinerien, umgearbeitet und in reineres weisses Product verwandelt. Einzelne Rübenfabriken arbeiten direct auf Saftmelis, andere erzeugen einen sorgfältig ausgedeckten geruchlosen Krystallzucker. vom tropischen Zucker wird von der weniger bemittelten Classe wohl im rohen Zustande consumirt, es sind dieses aber verschwindend kleine Mengen im Vergleich zu der Masse von Zucker, die im nicht unmittelbar consumtionsfähigen Zustande auf den Markt kommt.

Durch die Raffination müssen aus dem Rohzucker entfernt werden: mechanische Verunreinigungen, Sand, Erde, Holzsplitter von den Fässern und Kisten, worin der Rohzucker verpackt war, Stückchen vom zerquetschten Rohr, Farbstoffe, nicht krystallisirbarer Zucker, Eiweiss, verschiedene Salze, salpetersaures Kali, Chlor-Kalium und Natrium, kohlensaurer, phosphorsaurer, apfelsaurer Kalk, phosphorsaure Magnesia; bei tropischen Zuckern: Alkohol, freie Säuren, Apfelsäure, Pectinsäure, Essigsäure, Milchsäure, letztere sind Producte der Gährung, welche bei diesen Zuckern leicht auf dem Lager und während der Verschiffung eintritt, und geben dann Veranlassung zur Entstehung von Trauben- und Fruchtzucker; die Rübenzucker sind diesen Veränderungen nicht unterworfen, sobald man bei der Rohzuckerarbeit die Säfte alkalisch hält, sie enthalten dagegen dann immer einen Rest von Zucker-Kalk.

Die Rohzuckerfabriken legt man wohl ohne Ausnahme in die nächste Nähe der Productionsstätte des Rohmaterials, die Raffinerien bringt man dagegen in grosse Handelsstädte, um hier stets den Conjuncturen des Marktes im Einkauf und Verkauf folgen zu können. Diese letzteren sind bei den stets schwankenden Zuckerpreisen für den Raffinadeur von grösserer Bedeutung als irgend etwas anderes, er wird bei

aller Geschicklichkeit und Sachkenntniss zu Grunde gehen, wenn er nicht kaufmännischen Sinn und Gelegenheit hat den Bewegungen der Zuckerbörse zu folgen.

Bei der Anlage der Fabrik versichere man sich eines möglichst reinen, weichen Wassers in genügender Quantität und suche sich einen leichten Bezug möglichst guten und billigen Brennmaterials.

In früheren Zeiten waren für die Beurtheilung des Werthes des Rohzuckers ausschliesslich äussere Merkmale massgebend, die Form der Krystalle, das Korn, die Farbe, der Geruch. Hiermit begnügt man sich gegenwärtig nicht mehr, man bestimmt ausserdem den Gehalt an reinem Zucker nach Methoden, die wir im nächsten Kapitel beschreiben werden, den Feuchtigkeitsgehalt und den Nichtzucker. Nur bei der Kenntniss des Zuckergehaltes und des Verhältnisses zwischen Zucker und Nichtzucker ist es möglich, sich von vorn herein ein bestimmtes Urtheil über die zu erwartende Ausbeute zu machen.

Die besseren Qualitäten des Rohzuckers haben deutlich ausgebildete, nicht zu kleine Krystalle, ein festes Korn, hellgelbe oder weisse Farbe, fühlen sich hart und trocken an, feuchte weiche Zucker sind schlecht von Syrup befreit; sie dürfen nicht sauer reagiren, ist dieses der Fall, so hat man mit zersetzten, geringe Ausbeute versprechenden Zuckern zu thun; auch eine zu stark alkalische Reaction ist nicht erwünscht, sie deutet auf einen zu grossen Ueberschuss von Zuckerkalk.

Im Allgemeinen fühlen sich die aus Traubenzucker enthaltenden Saft bereiteten, ohne Ueberschuss von Kalk geschiedenen, während des Transportes mehr oder weniger veränderten Colonialzucker klebrig an, sie haben weniger Korn, bilden kleinere Krystalle als die Rübenzucker. Die Rübenzucker, wenn sie sorgfältig bereitet, wenn sie nicht allzustramm gekocht und übermässig rasch krystallisirt sind, also nicht allzuviel Syrup enthalten, raffiniren sich leicht und geben eine hohe Ausbeute an weissem Rohrzucker. Sie werden daher den Colonialzuckern, mit Ausnahme der besten Qualitäten, vorgezogen, obgleich die Nachproducte der letzteren, die aus Colonialzucker dargestellten zweiten Qualitäten, die dabei verbleibenden Syrupe sich leichter verwerthen.

Da die Raffinerie Zucker der verschiedensten Qualitäten zu kaufen gezwungen ist, um ihren Bedarf zu decken, so hat man Sorge zu tragen, die Rohzucker gleich beim Empfange passend zu sortiren, um später entweder nur gleiche Qualitäten, oder die verschiedenen Qualitäten in passendem Gemisch zusammen zu verarbeiten. So mischt man gern Colonialzucker mit Rübenzucker, um durch die alkalische Beschaffenheit des letzteren die Säure des ersteren zu neutralisiren und um den unangenehmen Geruch des letzteren durch den besseren des ersteren zu

verdecken. Die scharf gedeckten weissen Colonialzucker werden gewöhnlich reservirt, um mit ihren Lösungen die Raffinaden zu decken, sie werden selten raffinirt, es sei denn, dass es sich um die Darstellung hochfeiner Producte handele. Dagegen verwendet man sie oft zur Darstellung von Fruchtsyrupen, Confitüren u. dergl. Ebenso werden die feinsten Rübenrohzucker, welche mit einem Gehalte bis zu 98 Procent Zucker in den Handel kommen, zur Anfertigung von Decksyrup benützt.

Die Raffination umfasst folgende Operationen: die Aufspeicherung des Rohzuckers, Entleerung der Fässer etc. oder das Stürzen des Zuckers, das Lösen oder Schmelzen und Klären, die Filtration, das Verkochen, die Krystallbildung im Apparat, im Anwärmer, in den Formen, das Ablaufen des Syrups und Decken, das Trocknen und endlich die Behandlung des Syrups.

Aufspeicherung. Der angekaufte Rohzucker wird sofort in einen luftigen, trockenen Raum gebracht, dessen gut gedielter oder cementirter Boden nach einer Seite geneigt ist, um den während längeren Lagerns aus Säcken oder Fässern abtropfenden Syrup in ein an der tiefsten Stelle angebrachtes Reservoir fliessen zu lassen. Die Fässer werden je nach ihrer Grösse in mehreren Reihen über einander gestapelt, wobei man dafür Sorge trägt, die besten und festesten Fässer zu unterst zu legen.

Beim Beginn der Arbeit werden die Fässer geöffnet und in nächster Nähe des zum Lösen bestimmten Apparates entleert, dichte, feste Stücke des Zuckers, die sich immer vorfinden, werden ausgelesen, bei Seite gethan und zerkleinert. Da beim Stürzen immer noch eine gewisse Menge Zucker an den Wandungen der Fässer hängen bleibt, so sucht man diese zu gewinnen, was am besten durch Lösen in condensirtem Dampfe geschieht. Zu diesem Zwecke ist ein der Grösse der Fässer entsprechender schalenförmiger, gemauerter, inwendig mit Kupferblech belegter Behälter vorhanden, in dessen Mitte ein Dampfrohr befindlich ist. Man stürzt die Fässer mit ihrem ausgeschlagenen Boden abwärts gerichtet über dieses Dampfrohr und senkt über das Fass eine eiserne, an einem Flaschenzuge hängende Glocke. Beim Oeffnen des Dampfhahnes wird das ganze Fass mit Dampf erfüllt, dieser condensirt sich an den kalten Wandungen, das Wasser löst den Zucker, der Zuckersyrup sammelt sich in der Schale, in welcher das Fass ruht. Nach dem Ausdämpfen nimmt man sogleich eine Reparatur der Fässer vor. Das Holz wird durch das Dämpfen erweicht und kann nach Entfernung der Glocke dann leicht bearbeitet und mit neuen Reifen versehen werden.

Der gestürzte Zucker wird durch ein Sieb geworfen, die zurück-

bleibenden gröberen Stücke lässt man durch ein paar Stachelwalzen, oder eine entsprechende Mühle gehen, um sie zu zerkleinern.

Schmelzen und Klären. Die Klärung des beim Auflösen erhaltenen Syrups, d. h. die Beseitigung aller mechanisch beigemischten Unreinigkeiten und eines Theils der gelösten fremden Stoffe geschieht durch die vereinte Wirkung von feingepulverter Knochenkohle und einer Eiweisslösung. Setzt man die Eiweisslösung bei niederer Temperatur zum Safte, so vertheilt sie sich darin gleichmässig, erhitzt man dann, so nimmt das dabei gerinnende Eiweiss, welches dabei zu grossen Flocken zusammengeht, alle in der Flüssigkeit vertheilten Stoffe, also mechanische Verunreinigungen und die zugesetzte Knochenkohle mit sich und scheidet sich als Schaumdecke auf dem Saft ab. Hat man saure Colonialzucker zu verarbeiten, so giebt man gleich von vornherein soviel Kalkmilch zu, als erforderlich ist, um eine ganz schwach alkalische Reaction hervorzurufen, kann man es einrichten, so vermeidet man dieses aber und arbeitet lieber mit einem Gemisch von Colonial- und Rübenzucker, wie oben erwähnt ist, um die Säure des einen durch das Alkali des anderen zu sättigen.

Als eiweisshaltige Flüssigkeit verwendet man allgemein Blut von Ochsen, Hammeln, Kälbern, welches unmittelbar nach dem Schlachten der Thiere mit Ruthen geschlagen wird, um die Abscheidung des Fibrins zu bewirken. Es wird in geschwefelten Fässern, oder mit einem Zusatz von schwefliger Säure oder schwefligsaurem Natron aufbewahrt. Die Verwendung des Blutes wird durch die ungemein rasch eintretende Fäulniss desselben und den dabei verbreiteten unerträglichen Gestank höchst lästig. Durch Zusatz einer geringen Menge schwefliger Säure lässt sich der Fäulnissprozess ziemlich verzögern. Nach einem Vorschlage von Robierre und Dureau soll man das Blut mit seinem doppelten Gewicht Knochenkohle mischen und es so bei niederer Temperatur, am besten in einem Luftstrome von nicht mehr als 55° Wärme austrocknen. In diesem trocknen Zustande lässt sich das Blut aufbewahren, seine Wirkung soll gleich der des frischen sein. Trocknes Eiweiss, ohne Zusatz von Knochenkohle bereitet, ist gegenwärtig Handelsartikel, doch dürfte seine Anwendung in dieser Form zu theuer sein.

In vielen Raffinerien hat man die Anwendung des Blutes entweder ganz aufgegeben oder beschränkt sie doch auf die Verarbeitung besonders schleimiger Zucker, die Klärung wird dann durch um so sorgfältigere Behandlung auf den Filtern ersetzt.

Die Klärpfannen haben meistens dieselbe Construction wie die Scheidepfannen der Rübenzuckerfabriken. Man stellt sie gern so hoch, dass der Syrup unmittelbar von dort auf die Filter fliessen kann.

Das zum Auflösen bestimmte Wasser, oder gewöhnlich Absüsswasser der Filter, wird in die Klärpfanne gebracht und erwärmt. Der Zucker wird mit Schaufeln eingeworfen und unter stetem Umrühren zum ersten Schmelzen gebracht, worauf auf je 100 Kilo Zucker 5 Kilo gepulverte Knochenkohle zugesetzt und durch kräftiges Umrühren in der ganzen Flüssigkeit vertheilt wird. Dem lauwarmen Safte wird dann auf 100 Th. Zucker 1 bis 2 Theile Blut, welches vorher mit seinem fünf- bis sechsfachen Volum Wasser gemischt ist, zugesetzt, kräftig umgerührt und nun zum Kochen gebracht. Beim Aufkochen bemerkt man, wie die schwarze Schaumdecke von weissen Blasen durchbrochen wird, es ist dies ein Zeichen der erfolgten Klärung. Die Flüssigkeit wird von dem Schaume durch Vorfilter getrennt, das dabei zuerst abfliessende Trübe wird auf das Filter zurückgebracht, der klare Saft kommt auf die Kohlenfilter.

Filtration. Als Vorfilter benutzt man meist noch die alten Taylor'schen Filter. Sie bestehen aus einem starken hölzernen, mit Kupferblech ausgeschlagenen Kasten von 1—2 Meter Breite und Tiefe und 1,5 M. Höhe. Die vordere Wand des Kastens wird durch eine Thüre gebildet. Ueber demselben ist ein zweiter, ebenso grosser, aber nur 15 C.M. hoher hölzerner, ebenfalls mit Kupfer ausgeschlagener Kasten befindlich. In dem Boden desselben sind 24 Löcher von 5 C.M. Weite angebracht, in diese sind ebensoviele kupferne Röhren wasserdicht eingesetzt. Die Röhren sind so lang, dass sie einige Centimeter tief in den unteren Kasten hineinragen, am unteren Ende ist ein Wulst herumgelegt und über demselben ist ein Ring, welcher sich in einem Scharniere öffnen und durch eine Schraube festziehen lässt. Durch diesen Ring werden die Filterschläuche an den Röhren befestigt. Die Filterschläuche sind 1 Meter lange, 50 C.M. breite leinene Säcke, von denen jeder in einem zweiten Sacke von 20 C.M. Breite aber losem Gewebe steckt. Durch dieses Einschieben eines breiten in den schmalen Sack werden zahlreiche Falten gebildet und damit wird die filtrirende Fläche entsprechend vergrössert.

Der Saft mit dem Schlamm fliesst aus der Scheidepfanne in den oberen Kasten, aus diesem durch die kurzen Rohre in die daran befestigten Schläuche, in denen der Schaum zurückgehalten wird, und dann durch ein, am Boden des unteren Kasten angebrachtes Rohr in eine Rinne, von wo er weiter geleitet wird.

Da die Entleerung der Filter von dem Schlamme ziemlich viel Schwierigkeiten macht, so hat man die Filtration in manchen Raffinerien umgekehrt, statt von innen nach aussen, filtrirt man von aussen

nach innen, wobei der Schlamm in den Räumen zwischen den Filtern zurückbleibt.

Es dient dazu ebenfalls ein viereckiger hölzerner, oben offener, mit Kupfer ausgeschlagener Kasten von 1 M. Breite, 1,33 M. Tiefe und 2 Meter Länge. Unten hat der Kasten einen falschen Boden, in welchem eine Reihe weiter Oeffnungen befindlich sind, die ähnliche kupferne Tüllen wie beim TAYLOR'schen Filter haben, aber in umgekehrter Lage, so dass die Verlängerung derselben aufwärts gekehrt ist. Unter dem falschen Boden ist der eigentliche Boden, von welchem ein Hahn die filtrirte Flüssigkeit ableitet. An den kupfernen Tüllen befestigt man die Filterschläuche, mit ihrem offenen, an den Tüllen anzubringenden Ende abwärts, nachdem man vorher ein starkes Rohrgeflecht in das Innere der Schläuche gebracht hat, um die Wandungen derselben von einander entfernt zu halten. Die einzelnen Schläuche lehnen sich an, an den Wänden des Kastens befestigte Querleisten. Füllt man nun den zu filtrirenden Saft in den Kasten, so bleibt der Schlamm zwischen den einzelnen Schläuchen zurück, während der klare Saft in dieselben eindringt und durch die Tüllen abfliesst.

Der Schlamm lässt sich mit Leichtigkeit aus den Räumen zwischen den Schläuchen entfernen, namentlich wenn die Tüllen losgeschroben und die Säcke herausgehoben werden, dies wird bei continuirlichem Betriebe erst dann erforderlich, wenn der ganze Kasten mit Schlamm erfüllt ist. Der zurückbleibende Schlamm wird mit Wasser angerührt, aufgekocht, die Flüssigkeit wird nach dem Absetzen der Kohle klar abgezogen, durch frisches Wasser ersetzt, bis dieses keine namhaften Mengen von Zucker mehr aufnimmt. Die zuckerhaltigen Waschwasser werden statt Wasser zum Lösen neuer Zuckermengen verwandt. Der Schlamm wird schliesslich ausgepresst und an Düngerfabriken verkauft, wo er durch Behandlung mit Schwefelsäure ein stickstoffhaltiges Superphosphat liefert.

Die Anwendung des Vorfilters hat den Zweck, die eigentlichen Kohlenfilter zu schonen und die mechanisch beigemengten, von dem geronnenen Eiweiss zusammengehaltenen Stoffe abzusondern. Unmittelbar von den Vorfiltern fliesst der heisse Saft auf die eigentlichen Filter, welche genau ebenso eingerichtet sind wie die bei der Rübenzuckerfabrikation beschriebenen. Man lässt meistens zwei Filter zusammengehen, den Saft von dem einen auf das andere übersteigen und benutzt die Filter so lange, als der Saft vollständig farblos fliesst. Die abgenutzten Filter werden mit siedendem Wasser abgesüsst, den ersten Saft lässt man, solange er noch genügend concentrirt ist, zum übrigen Safte

laufen, der verdünntere Saft dient dann ebenso wie das Waschwasser des Schlammes der Vorfilter zum Schmelzen frischen Zuckers.

Da die Kohle der Raffinerie weit weniger fremde Stoffe aufzunehmen hat, so ist die Wiederbelebung weit einfacher. Nachdem vom Filter reines Wasser fliesst, dämpft man die Kohle im Filter selbst, trocknet und glüht sie. Erst nach längerer Zeit hat sich soviel Kalksalz darauf gesammelt, dass eine Behandlung mit Säure nöthig wird.

Verkochen. Zum Verkochen des Saftes bedient man sich gegenwärtig wohl ausnahmslos des Vacuumapparates von gleicher Construction wie beim Verkochen des Dicksaftes der Rohzuckerfabriken. Da man es in der Raffinerie mit fast reinen Zuckerlösungen zu thun hat, so kocht man auf Korn, lässt die Krystallisation im Vacuum beginnen. Die fertige Füllmasse kommt in den Anwärmer und wird darin auf 80° erwärmt, um den grössten Theil der kleinen Krystalle schmelzen zu lassen, die sich dann nachher in neuen Krystallen zwischen die grösseren lagern und so eine feste Verbindung zwischen denselben herstellen. Den Anwärmer nimmt man gewöhnlich so gross, dass man mehrere Füllungen des Vacuums darin vereinigen kann. Diese liefern dann durch ihre Vermischung ein grösseres Quantum eines ganz gleichmässigen Productes. Nach genügendem Anwärmen lässt man den Dampf ab, um die weitere Krystallisation in der Masse fortschreiten zu lassen. Durch wiederholtes vorsichtiges Rühren verhindert man die Bildung von Krystall-Conglomeraten und macht die Körnung gleichmässig.

Arbeit der Füllstube. Der Anwärmer steht meistens in der Füllstube, um von da die Füllung der einzelnen Formen bequem vornehmen zu können. Eine geräumige Rinne geht durch die Wand der Füllstube vom Anwärmer bis zum Vacuum, um die Füllmasse unmittelbar von diesem in jenen fliessen zu lassen. Die Füllstube ist ein geräumiges Local, gut gedielt, mit ganz ebenem Fussboden, um verloren gegangenen Zucker leicht wieder sammeln und um die Formen genau aufstellen zu können. Folgende Utensilien kommen hier zur Verwendung:

Füllbecken zum Transport der Füllmasse vom Wärmer zu den Formen. Es sind kupferne, runde oder ovale Schalen mit plattem Boden und breitem Ausguss, mit eisernen Handgriffen zum bequemen Transport versehen.

Schöpfkellen, grosse kupferne halbkugelförmige Löffel von 25 C.M. Durchmesser, mit langem Stiel versehen. Sie dienen dazu, die Füllmasse aus dem Anwärmer in die Füllbecken zu vertheilen.

Spatel, Stürmesser zum Rühren der Masse in den Formen, sie sind von Buchenholz, 1,33 Meter lang, das obere Drittel bildet den runden

Stiel, der eigentliche Spatel ist messerförmig geschnitzt, nach beiden Seiten geschärft, 4 C.M. breit und 2 C.M. dick.

Die Formen, Hut- oder Brotformen haben die bekannte kegelförmige Gestalt des Zuckerhutes. Sie wurden früher allgemein aus gebranntem, nicht glasirtem Thon gefertigt, gegen das Zerbrechen durch Holzreife geschützt; gegenwärtig findet man diese Art der Hüte wohl mehr in keiner Raffinerie, sie sind vollständig durch die eisernen, von Blech gefertigten Formen verdrängt. In der Spitze befindet sich eine kleine Oeffnung, durch welche der Syrup abziehen kann. Sie sind, um sie gegen Rost zu schützen, mit Oelfarbe gestrichen und mit einem gut trocknenden Siccatif gefirnisst. Der Anstrich muss, sobald er an irgend einer Stelle schadhaft wird, erneuert werden, da sonst der Zucker durch Rost verunreinigt werden und ausserdem an den Formen festkleben würde.

Die Grösse der Formen ist ungemein verschieden, sie richtet sich nach der Gewohnheit der Consumenten und nach der Qualität des Productes. Für die feineren Zucker, Raffinade und Melis nimmt man kleinere, für die aus Nachproducten dargestellten Bastern und Lumpen grössere Formen.

Vor dem Füllen wird die Oeffnung in der Spitze mit einem leinenen Läppchen gestopft und die innere Fläche mit einem nassen Schwamme überwischt, der Anflug von Feuchtigkeit, welcher dabei zurückbleibt, verhindert die feste Anlagerung der Krystalle an die Wand der Form. Die einzelnen Formen stellt man mit der Spitze abwärts gerichtet neben einander, sie stützen sich dabei gegenseitig, die vorderste Reihe verhindert eine Anzahl ganz gleicher, aber weit schwerer, gusseiserner, auf ihre breite Basis gestellter Formen am Umfallen.

Während des Füllens der Formen wird die Füllmasse im Anwärmer vorsichtig mit einem grossen Spatel gerührt, um die gröberen, zu Boden gesunkenen Krystalle gleichmässig zu vertheilen. Die Füllbecken stehen auf eisernen Gerüsten unmittelbar neben dem Anwärmer, so dass ihre obere Kante in gleicher Höhe mit der Kante des Anwärmers ist und werden dann mit den Schöpfkellen gefüllt. Die vollen Füllbecken trägt man zu den Formen und giesst die Masse in diese aus und zwar so, dass alle Formen zuerst nur zur Hälfte gefüllt werden. Nach der ersten Tour beginnt man von vorn und füllt nun sämmtliche Formen in derselben Reihenfolge wie anfangs bis auf etwa 1 C.M. vom Rande. Dieses Anfüllen der Formen besorgt man in zwei, häufig auch in drei Operationen, um die Krystalle, welche während des Ausfüllens im Anwärmer fortfahren sich zu bilden, recht gleichmässig in alle Formen zu vertheilen; man würde sonst in der einen Form einen Zucker von anderem Korn als in der anderen haben.

Kurze Zeit nach dem Füllen bedeckt sich die Masse mit einer Kruste von Krystallen. Es ist dies der Zeitpunkt, bei welchem das erste Rühren vorgenommen wird, es hat zum Zweck, die gröberen Krystalle, welche in der noch weichen Masse zu Boden, in die Spitze der Form gesunken sind, herauf zu heben und gleichmässig zu vertheilen. Man senkt dazu den Spatel, mit seiner Breitseite an die Wand der Form gelegt, in die Zuckermasse hinab und zieht ihn dann rasch vertikal in der Mitte wieder empor. Dasselbe wird mehrere Male wiederholt, doch trägt man Sorge, nicht zum zweiten Male wieder an derselben, sondern an einer anderen Stelle einzufahren, um dabei zugleich die grösseren Krystalle, die sich bei der rascheren Abkühlung der Wand dort ansetzen, ebenfalls der Mitte zuzuführen. Der richtige Zeitpunkt zum Rühren muss sehr genau abgepasst werden, rührt man zu früh, so ist die Masse noch zu heiss, zu dünnflüssig, das Korn würde wieder in die Spitze sinken; würde man dagegen zu spät rühren, so erhielte man ein von der ungleichen Vertheilung des Kornes streifiges Brot. Kurze Zeit nach dem ersten Rühren wiederholt man dasselbe noch einmal, wobei man dann nur rasch ein paarmal mit dem Spatel durch die Masse fährt.

Die Temperatur der Füllstube muss möglichst gleichförmig zwischen 30 und 35° erhalten werden, um eine zu rasche Abkühlung der gefüllten Formen zu vermeiden. Vor Allem ist starker Luftzug zu verhüten, da dieser eine ungleichmässige Abkühlung und damit eine ungleichförmige Krystallisation hervorbringen würde.

Arbeit des Zuckerbodens. Die weitere Bearbeitung geschieht auf den Zuckerböden, welche die oberen Etagen der Raffinerie einnehmen. Es sind grosse Räume, kaum über Mannesgrösse hoch, um an Raum und Heizmaterial zu sparen, der Boden ist gut gedielt, zahlreiche Fenster verbreiten genügendes Licht, um überall die Beschaffenheit des Zuckers erkennen zu können, ein Aufzug verbindet sämmtliche Böden unter einander und mit der Füllstube. Die nothwendige Heizung erfolgt durch eiserne oder kupferne Röhren, welche den Retourdampf der Maschine, eventuell directen Dampf an dem Wänden circuliren lassen; Oefen mit directer Heizung werden in gut eingerichteten Raffinerien nicht mehr angetroffen.

Die Formen stellte man früher auf den Böden jede einzeln auf einen Topf, Potte, diese unbequeme und unzweckmässige Einrichtung ist jetzt durch passende Gestelle verdrängt, welche die Formen aufnehmen, vor dem Umfallen sichern und zur Fortleitung des Syrups dienen. Wir haben dieselben schon bei der Fabrikation des Saftmelis erwähnt. Sie sind Tafel XXXI, Fig. 6 dargestellt. In ein Brett b b'

sind Löcher eingeschnitten von solchem Durchmesser, dass sie die Spitzen der Formen a a′ bequem aufnehmen können, der obere Theil der Formen lehnt gegen eine Barriere. Unter dem durchlöcherten Brett findet sich ein mit Zinkblech belegter Trichter, von welchem der Syrup durch das Rohr c in die Rinne d und von da in weitere Röhrenleitungen e fliessen kann. Die Rinne d ist beweglich, um den Syrup, je nach seiner Qualität, besonderen Röhrenleitungen, die in verschiedenen Reservoirs endigen, zuführen zu können. Jedes einzelne Gestell nimmt zwei bis drei Reihen von Formen auf, damit man jede mit Leichtigkeit erreichen kann, zwischen den einzelnen Gestellen bleibt ein Gang frei von solcher Breite, dass ein Mann bequem hindurchgehen kann. Zweckmässiger als diese Form der Gestelle ist eine solche, in der die Zuckerformen in weiteren Ausschnitten eines Brettes an ihrem stumpfen Ende aufgehängt werden, die Spitze und das Abtropfen des Syrups kann dann besser beobachtet werden; unter jeder Reihe von Formen liegt eine Rinne zum Fortleiten des Syrups.

Die gefüllten Formen bleiben 8 bis 12 Stunden in der Füllstube und kommen dann auf den Boden. Der Transport von der Füllstube auf die Böden erfolgt entweder in einem Gestell mittelst des Aufzuges, oder zweckmässig mittelst einem Paternosterwerk, an welches die einzelnen Formen gehängt und an dem bestimmten Orte von einem Arbeiter in Empfang genommen werden.

Auf dem Boden angekommen, wird der Verschluss der Spitze der Form beseitigt, indem man das Läppchen, womit gestopft war, wegnimmt und mit einem Pfriemen ein kleines Loch in die Spitze des Brotes bohrt, um den Abfluss des Syrups zu erleichtern.

Die Temperatur des Bodens wird auf 25—28° erhalten.

Der flüssig gebliebene Theil der Zuckermasse, der Syrup, fliesst aus den geöffneten Formen langsam ab, nach etwa 12 Stunden erscheint die oberste Schicht des Zuckers weiss und trocken, das Abtropfen dauert dann noch 6—7 Tage, während welcher Zeit von 15—16 Kilogramm Füllmasse eines grossen Zuckerbrotes 4—5 Kilogrm. grüner Syrup abfliessen. Die Temperatur des Bodens wird dann auf 20° ermässigt und zum Ausdecken des Brotes, oder die Verdrängung des Syrups durch reinere Zuckerlösungen, geschritten.

Mittelst eines Schabeisens kratzt man zuerst die oberste Schicht des Zuckers, welche durch das Rühren und durch die ungleichmässige Erstarrung uneben geworden ist, soweit los, um eine ganz ebene Fläche auf dem Brote zu erzielen. Der abgeschabte Zucker wird ganz gleichförmig auf dieser Fläche geebnet, ausserdem giebt man noch Abfälle von reinem, gemahlenem Zucker, oder weisse, stark gedeckte Colonial-

Rohzucker hinzu und stampft diese mittelst eines hölzernen Hammers recht fest.

Das Ausdecken wird auf sehr verschiedene Weisen ausgeführt. Das älteste Verfahren ist das Decken mit Thon. Bringt man mit Wasser angerührten Thonbrei auf das geebnete, mit losem Zucker bedeckte Brot, so wird das Wasser allmälig aus dem Thone sickern, dabei sich mit dem losen Zucker sättigen und als gesättigte Zuckerlösung das Brot durchdringen, wobei diese Lösung den unreinen Syrup verdrängt, so reinen Zucker zurücklässt, ohne davon zu lösen, da die Sättigung bereits erfolgt war, ehe die Flüssigkeit in das eigentliche Brot eindrang.

Der zum Decken dienende Thon muss einen gewissen Grad von wasserhaltender Kraft besitzen, er soll weder zu fett noch zu mager sein, in ersterem Falle würde er das Wasser zu lange zurückhalten und damit die Zeit des Deckens unnöthig lange ausdehnen, während er das Wasser zu rasch abfliessen lässt, wenn er zu mager ist. Gewöhnlich wählt man einen weissen Pfeifenthon, die Farbe desselben ist aber ganz gleichgültig, man kann ebensogut gelben oder blauen nehmen, nur überzeuge man sich davon, dass keine löslichen Eisensalze, Schwefelkies, organische lösliche Materien darin enthalten sind, weil diese den Zucker färben würden, — der Schwefelkies dadurch, dass er sich während des Deckens theilweis oxydirt und eine Schwefelsäure- und Eisenvitriol-haltende Flüssigkeit in das Brot dringen lassen würde. Der rohe Thon wird zunächst getrocknet, die Klumpen werden zerschlagen, mit Wasser eingesumpft und dann geschlämmt. Den Schlamm lässt man gleich durch ein feines Sieb fliessen, um Sand, der beim Schlämmen fortgerissen sein könnte, zu beseitigen und lässt dann absetzen, um das überstehende Wasser zu beseitigen. Den Brei rührt man noch einige Male in frischem Wasser an, wobei man die Flüssigkeit jedesmal beseitigt. Der präparirte Thon muss einen Schlamm von ziemlicher Consistenz bilden. Die richtige Consistenz erkennt man an einem empirischen Merkmal. Von der gut durchgerührten Thonmasse nimmt man eine Probe mit einer Mauerkelle und schwenkt durch eine kräftige horizontale Bewegung den darauf befindlichen Brei ab und auf die Hauptmasse zurück; in dieser soll er nicht sofort einsinken, sondern eine nicht zu flache Erhabenheit bilden.

Von dem Thonbrei bringt man auf die vorher geebneten Brote mit einem Löffel eine solche Menge, dass eine Schicht von ca. 3 C.M. Höhe gebildet wird. Der Thon giebt dabei, wie oben beschrieben, sein Wasser langsam ab, welches den Zucker durchdringt, nach einiger Zeit bleibt die Thondecke fast trocken auf dem Zucker zurück. Sollte der Syrup nicht rasch genug abziehen, der Thon also ungebührlich lange feucht

bleiben, so hilft man dadurch nach, dass man die Spitze des Brotes etwas stärker anbohrt. Normaler Weise sind bei mittelgrossen Broten 7—8 Tage dazu erforderlich. Je nach der Qualität des zu erzeugenden Productes wiederholt man das Decken zwei- oder dreimal, wobei man die trockene Thonschicht beseitigt und durch eine frische ersetzt. Der dabei abfliessende Syrup wird als Syrup der ersten, zweiten, dritten Decke bezeichnet. Bei gutem Rohzucker genügen in der Regel zwei Decken. Man überzeugt sich davon, indem einige Formen entleert, man stellt sie mit ihrem stumpfen Ende auf eine reine Unterlage, stösst sie ganz leise auf den Boden, wobei das Brot sich loslöst, die Form kann dann abgehoben werden. Zeigt das Brot noch nicht eine ganz gleichmässige Farbe, ist die Spitze noch gelblich gefärbt, so ist dies ein Beweis, dass noch Syrup zurückgehalten wird, man giebt eine neue Decke.

In dem Maasse wie der Thonbrei consistenter wird, durchschnittlich am vierten Tage nach dem Aufbringen, fährt man mit einer scharfen Klinge unmittelbar am Rande der Form durch den Thon, um so seinen Zusammenhang mit der Form aufzuheben. Würde man dieses unterlassen, so würde die Thondecke, welche während des Eintrocknens ihr Volum verringert, schwindet, reissen und es würde ein unvollständiges Ausdecken die Folge davon sein, während sie sich ganz gleichmässig zusammenzieht und schliesslich eine feste runde Scheibe bildet, wenn man sie von den Rändern abgelöst hat. Die Thondecke würde trotzdem reissen, wenn plötzliche Temperaturveränderungen einträten, man vermeidet daher möglichst jede stärkere Erwärmung und Abkühlung, namentlich Zugwind. Die Temperatur des Bodens wird nach dem Ablaufen des grünen Syrups kühl gehalten, um möglichst wenig Zucker zu lösen.

Nach beendigter Deckung hat man die Thonschicht zu entfernen, es geschieht, indem man die Brote in den Formen in horizontaler Lage dem Rundeisen einer Drehscheibe darbietet. Dieses schabt den Thon fort, säubert und ebnet dss stumpfe Ende des Brotes. Zu gleicher Zeit löscht man die Form, lässt aber das Brot noch darin und bringt sie so in ihr Gestell zurück, wodurch noch etwas Syrup abfliesst. Es handelt sich dann noch darum, den letzten Rest des Syrups, welcher nicht mehr zu entfernen ist, gleichmässig im ganzen Brote zu vertheilen. Zu diesem Zweck kehrt man das immer noch mit seiner Form bedeckte Brot herum, so dass es auf seiner Basis steht. Nach 24 Stunden bringt man das Brot in die ursprüngliche Lage zurück, in welcher es zwei bis drei Tage verbleibt, um dann noch einmal aufrecht gestellt zu werden. Nach 24 Stunden wird die Form abgehoben, das Brot

trocknet erst einen Tag lang in freier Luft und kommt darauf in den Trockenofen, die Stove, nachdem es mit einem Bogen Papier bekleidet ist, um es vor Staub und dem Schmutz der Hände der Arbeiter zu bewahren.

Wenngleich der Thon, wegen der ganz allmäligen und gleichmässigen Abgabe des Wassers die schönste Decke giebt, so wendet man denselben doch kaum mehr an, weil diese Art des Deckens allzulange Zeit erfordert. Statt dessen deckt man jetzt allgemein mit reiner Zuckerlösung, mit Deckklärsel. Man bereitet das Deckklärsel, indem man Zucker derselben Qualität wie der darzustellende bei der Temperatur des Lokales zu einer völlig gesättigten Lösung auflöst. Es dienen dazu meistens Abfälle des Zuckers, zerbrochene Brote, Abschabsel, sonst aber auch scharf gedeckte weisse Colonial-Rohzucker, oder Nachproducte. Bei der Verwendung dieser beiden letzteren lässt man das Klärsel vor der Anwendung durch die Kohlenfilter gehen, um etwaige Verunreinigungen zu beseitigen. Bei der Bereitung des Deckklärsels hat man sich immer nach der Qualität des Productes und nach dem augenblicklichen Zustand des Fabrikates zu richten. Es würde Verschwendung sein, wenn man zu ordinären Producten hochfeine Klärsel verwenden wollte, es würde überflüssig sein, wenn man ein feines Brot, von dem eben der grüne Syrup abgelaufen ist, mit krystallhellem Klärsel decken wollte; man verwendet daher zur ersten Decke den Syrup der zweiten Decke eines anderen Brotes, zur zweiten Decke dieses Brotes dann den Syrup von der dritten Decke eines dritten und giebt erst bei der dritten Decke frisches Klärsel.

Vor dem Aufbringen des Klärsels wird der Boden des Brotes geebnet und soviel loser Zucker darauf gebracht, als zur Ebnung erforderlich ist. Auf jede Form kommt 1 Liter Klärsel, nach kurzer Zeit ist dasselbe eingezogen, man giebt dann eine zweite Decke und fährt damit fort, bis der abtropfende Syrup wasserhell erscheint.

Für ordinäres Fabrikat genügen gewöhnlich drei Decken, für feines sind dagegen fünf bis sechs erforderlich. Die auf einander folgenden Decken werden mit immer feiner werdendem Klärsel ausgeführt. Das letzte Ablaufen des Syrups erfordert am meisten Zeit, es sind fünf bis sechs Tage dazu erforderlich. Die weitere Behandlung ist dann genau dieselbe wie beim Decken mit Thon.

Beide Verfahren unterscheiden sich im wesentlichen nur dadurch von einander, dass beim Decken mit Thon das Klärsel sich erst im Moment seiner Verwendung, durch Lösen des auf dem Boden des Brotes befindlichen losen Zuckers, bildet, während man bei dem anderen Verfahren das Klärsel besonders darstellt. Letztere Methode bietet da-

gegen den Vortheil, dass die ganze Operation in sieben bis acht Tagen beendigt ist, während die Thondecke etwa vier und zwanzig Tage erfordert. Selbst erstere Zeit kürzt man jetzt durch Anwendung eines Apparates, welcher den Syrup aus dem Zucker saugt, auf fast soviel Stunden ab, als bis dahin Tage erforderlich waren.

Dieser Apparat, der Nutschapparat, besteht aus einem System von horizontal liegenden, unter einander und mit einem hermetisch verschlossenen Reservoir verbundenen eisernen Röhren, auf welche in der Weite der Formen entsprechenden Entfernungen kurze, vertikale, mit Hahnen verschliessbare Röhren aufgesetzt sind, die einen kleinen, mit Gummi gefütterten Trichter tragen, dessen Winkel der Gestalt der Formspitze entspricht. Sobald der Syrup freiwillig nicht mehr rasch abfliesst, setzt man die Formen mit ihren Spitzen in die Trichter des Nutschapparates, öffnet den Hahn der entsprechenden Röhre und stellt durch die Wirkung einer Luftpumpe in dem gemeinsamen Reservoir und in der ganzen Röhrenleitung einen luftverdünnten Raum her. Die Atmosphäre bewirkt dann eine Luftdecke, die Luft dringt an Stelle des Syrups in alle Zwischenräume der Krystalle ein, verdrängt den Syrup, treibt ihn durch die Spitze in das Röhrensystem, von wo er in das Reservoir fliesst. Es begreift sich, dass auf diese Weise schon eine weit vollständigere Befreiung des Brotes von grünem Syrup eintritt, dass also auch weniger Decken gegeben zu werden brauchen. Da eine geringe Menge von Syrup immer noch selbst nach dem Nutschen im Brote zurückbleibt, so sucht man diese ebenso, wie oben beschrieben, durch wiederholtes Umkehren gleichmässig zu vertheilen.

Statt durch die Nutschmaschine hat man den Syrup beim Decken auch durch Centrifugalkraft entfernt, indem man die ganzen Formen, mit der Spitze nach aussen gerichtet, in eine grosse Centrifuge brachte. Eine solche ist in Fig. 83 dargestellt. Ihre drehbare Trommel wird durch zwei starke eiserne Ringe a b gebildet; in den Ringen sind drei Reihen von je 12 Löchern, deren Durchmesser so gross ist, dass in die Löcher des äusseren Ringes die Spitzen, in die des inneren Ringes die stumpfen Enden der Formen passen und von ihnen getragen werden. Der äussere der beiden Ringe hat einen Durchmesser von 1,25 M., der äussere Mantel cc ist entsprechend weiter; der bei 400 Umdrehungen pro Minute aus den Spitzen der Formen geschleuderte Syrup fliesst durch die Tülle D aus dem Mantel. Das Ablaufen des Syrups, wozu beim alten Verfahren 5—6 Tage erforderlich

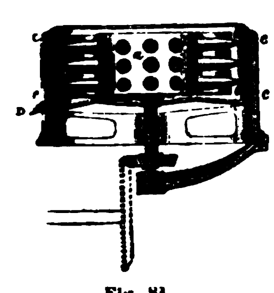


Fig. 83.

waren, erfolgt in der Centrifuge in $1\frac{1}{2}$ Stunden. Grössere Maschinen können 72 Formen aufnehmen und verarbeiten täglich 700—800 Brote. Vorzüge vor dem Nutschapparate hat die Centrifuge nicht, sie erfordert mehr Betriebskraft, nutzt sich rascher ab und ist bei gleicher Leistungsfähigkeit theurer in der Anschaffung.

Der Trockenofen oder die Stove ist ein Raum von etwa 4—5 Meter Breite und 6—8 Meter Länge, seine Höhe entspricht der Höhe des Zuckerbodens. Er ist mit starken Mauern umgeben, um die Wärme zusammen zu halten und Temperaturschwankungen vorzubeugen. Dampfröhren bewirken die Heizung, nach Bedürfniss zu öffnende, oder zu schliessende Oeffnungen am Boden und an der Decke den Eintritt frischer und den Austritt der feuchten Luft. Der Höhe der Zuckerbrote entsprechende Gestelle sind so vertheilt, dass der Raum des Ofens möglichst ausgenutzt wird, dass möglichst viele Brote hineingebracht werden können.

Jede Stove fasst gewöhnlich 2000—4000 Brote. Die Austrocknung darin muss sehr sorgfältig überwacht werden. Anfangs steigert man die Temperatur der Luft nur wenige Grade über die Wärme des Raumes, in welchem die Brote vorher befindlich waren, erst nach und nach erwärmt man ganz allmälig fortschreitend stärker. Würde man gleich rasch erwärmen, so würde die verhältnissmässig grosse Menge von noch vorhandenem Syrup sich bei der höheren Temperatur mit Zucker sättigen, das Brot könnte schmelzen. Man darf daher erst dann stärker heizen, wenn der bei weitem grösste Theil des Wassers verdunstet und nur noch ganz wenig Syrup vorhanden ist. Schliesslich steigert man die Temperatur auf 50—60°, um den Zucker vollständig zu entwässern.

Die Regulirung der Temperatur erfolgt dadurch, dass man den Dampfhahn mehr oder weniger öffnet. Von dem Zustande des Zuckers überzeugt man sich, indem man den Ofen betritt und die einzelnen Brote in Augenschein nimmt. Die Trocknung ist beendet wenn der Zucker beim Anschlagen einen hellen Klang giebt. Während des Trocknens hat man alle jähen Temperaturschwankungen sehr sorgfältig zu vermeiden, so z. B. Luftzug durch unvorsichtiges Eintreten, rasches Oeffnen der Thüre, es würde im entgegengesetzten Falle ein Zerspringen des Zuckers eintreten. Aus demselben Grunde muss auch die Abkühlung des Ofens eine allmälige sein, zuletzt öffnet man die Thüre längere Zeit, um die Temperatur der Brote sich möglichst mit der des Zuckerbodens ausgleichen zu lassen.

Der Zucker braucht dann nur noch äusserlich etwas gesäubert zu werden, einzelne Schmutzflecken werden mit einem Schabeisen fortgenommen, Staub mit einer Bürste beseitigt, worauf das fertige Brot in Papier geschlagen wird, um so auf den Markt zu kommen.

Nachproducte der Raffinerie. Die verschiedenen Syrupe der Raffinerie sind sämmtlich noch krystallisationsfähig und liefern bei weiterem Verkochen zwar nicht mehr so schöne Zucker, aber doch immer noch fast weisse Producte, die unter dem Namen Melis, Lumps und Farinzucker in den Handel gebracht werden. Man verarbeitet dazu aber nicht allein die Syrupe der Raffinade, sondern namentlich auch ordinäre Rohzucker, den beim Ausdämpfen der Fässer erhaltenen Syrup, alle Abfälle, auf den Boden zusammengekehrten Zucker u. s. f.

Diese Stoffe kommen unter Zusatz von etwas Wasser in die Klärpfanne, werden mit wenig feiner Kohle aufgekocht und werden dann filtrirt. Beim Aufkochen alter Syrupe muss man vorsichtig verfahren, dieselben sind gewöhnlich in einer schwachen Gährung begriffen, enthalten daher Kohlensäure, welche beim Erwärmen entweicht und leicht ein Ueberschäumen der heissen Masse verursacht. Man bricht in solchem Falle den Schaum durch vorsichtiges Aufspritzen von Wasser. Seit der Einführung der Nutschen, bei deren Anwendung die Syrupe nie so alt werden, dass stärkere Gährung derselben eintreten könnte, kommt solches Ueberkochen immer seltener vor. Je nach der Qualität, welche man diesen Nachproducten geben will, wird man dann mehr oder minder sorgsam bei der Filtration verfahren. Man benutzt dabei noch die Filter, welche der Saft für Raffinade bereits passirt hat. Feine Syrupe werden noch auf Korn, minder gute blank gekocht. Die Formen für die Nachproducte sind grösser, als die für Raffinade, die Krystallisation erfordert längere Zeit, das Ablaufen des unreiner werdenden Syrups erfolgt langsamer.

Melis wird noch scharf gedeckt, um das ganze Brot von möglichst gleicher Farbe zu haben, Lumps deckt man weit weniger; die gelöschten Brote haben eine gelbe oder braune Spitze. Diese Spitze wird gewöhnlich abgeschlagen, um den weisseren Rest des Brotes, der dann meist zu grösseren Stücken zertrümmert wird (daher der Name englisch *lump* = Klumpen) und so in den Handel kommt. Noch gelbere Brote mahlt man nach dem Trocknen und verkauft das Pulver als Farinzucker.

Bei den besseren Nachproducten, wie Melis, wendet man häufig einen Kunstgriff an, um die gelbliche Färbung zu verdecken. Man setzt beim Verkochen etwas Ultramarin zu und färbt damit den Zucker schwach bläulich. Der bläulich-weisse Farbenton ist dem Auge angenehmer als der gelblich-weisse, es kauft der nicht Sachverständige lieber ein gefärbtes bläuliches Product, als dasselbe Product im ungefärbten Zustande.

Die letzten Syrupe liefern dann in grossen Behältern noch eine Krystallisation, welche, nachdem sie centrifugirt ist, als Rohzucker verwendet, oder nach dem Decken in der Centrifuge dem Farin beigemischt wird.

Die endlich übrig bleibende Melasse der Raffinerie ist immer weit besser als die der Rohzuckerfabriken, sie kann direct consumirt werden, oder wird an Honigkuchenbäcker verkauft, oder in vielen Fällen auch der Bierwürze zugesetzt.

Beschreibung einer grossen Pariser Raffinerie.

Fig. 84 zeigt die allgemeinen Einrichtungen zum Lösen des Zuckers, zum Heben, Klären und Filtriren des Syrups. Die Pfanne A dient zum

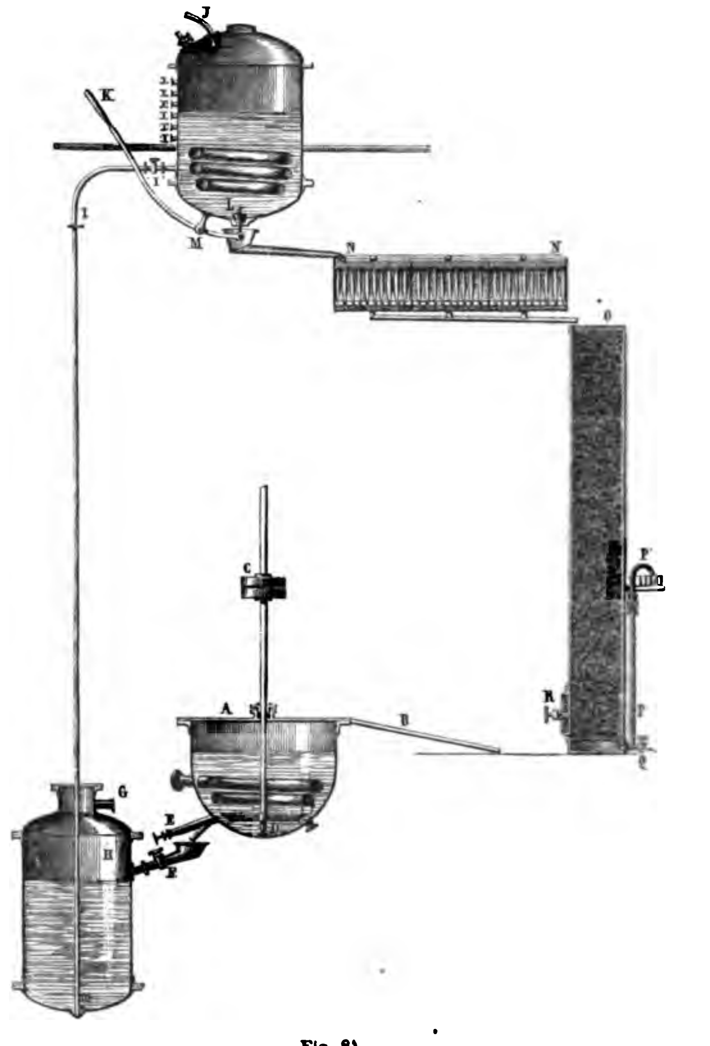


Fig. 84.

Schmelzen des Zuckers, sie hat einen Durchmesser von 3 Meter und ist

3 Meter tief. Sie steht im Erdgeschoss des Fabrikgebäudes. Die schiefe Ebene B dient zum Zuführen des Rohzuckers. In die Pfanne kommen zunächst 1750 Kilo Wasser, oder eine entsprechende Menge von dünnem, beim Waschen der Filter erhaltenem Syrup. Während des Einwerfens des Zuckers wird Dampf in die Spirale geleitet, um die Temperatur der Flüssigkeit auf 50° zu erhalten; gleichzeitig wird von der Riemenscheibe C das Rührwerk D in Bewegung gesetzt. Sobald 5200 Kilo Zucker eingeworfen und geschmolzen sind, setzt man, wenn der Zucker schwach sauer sein sollte, soviel Kalk zu, als erforderlich ist, eine neutrale, oder ganz schwach alkalische Reaction herzustellen, darauf 104 Kilo gemahlene Knochenkohle und 52 Liter Blut. Nach gehöriger, durch das Rührwerk bewirkter Vermischung öffnet man das Ventil E und lässt die Masse durch den mit Hahnen F versehenen Trichter in das Montejus H fliessen, welches dadurch zu drei Viertel erfüllt wird. Nach Verschluss des Hahnes F lässt man Dampf von 5 Atmosphären Spannung durch das Rohr G einströmen. Der Dampfdruck und die durch die Erwärmung erfolgende Ausdehnung der Luft treiben die Masse durch das Rohr J J in die 15 Meter höher stehende Klärpfanne B'. Diese ist gänzlich geschlossen und wie die Verdampfapparate mit einem Condensator versehen. Sobald sie zu drei Viertel mit der Mischung von Syrup, Kohle und Blut gefüllt ist, öffnet man den Hahn eines Dampfrohres J, welches in einer Brause frei im Innern des Kochraumes, über dem Niveau der Flüssigkeit mündet und lässt so lange Dampf einströmen, bis dieser alle Luft durch den geöffneten Lufthahn verjagt hat und den ganzen Raum erfüllt. Alsdann sperrt man den Dampf- und den Lufthahn ab. Durch Condensation des Dampfes erzeugt sich rasch ein leerer Raum über der Flüssigkeit, der durch die Thätigkeit des Condensators erhalten bleibt. In anderen Fabriken erzeugt man den leeren Raum durch eine Luftpumpe. Durch Einströmen von directem Dampf in die Spirale wird dann die Masse zum lebhaften Kochen erhitzt, um durch das starke Aufwallen eine möglichst innige Mischung aller Substanzen herbeizuführen, dann öffnet man den Lufthahn, bricht also das Vacuum und steigert die Temperatur rasch bis zum Sieden unter gewöhnlichem Druck, welches in dieser concentrirten Lösung bei 105° erfolgt. Die Temperatur beobachtet man an Thermometern, deren Gefäss in der Flüssigkeit befindlich, während die Skala ausserhalb des Apparates ist; Manometer zeigen den Druck im Innern; die Augen xxx, welche durch gegenüber befindliche Lampen durch gleiche Augen beleuchtet werden, lassen die Vorgänge im Kochraum beobachten. Sobald die Flüssigkeit kocht, öffnet man das Ventil L, indem man bei K auf den bei M aufgehängten Hebel drückt, worauf die ganze Flüssigkeit

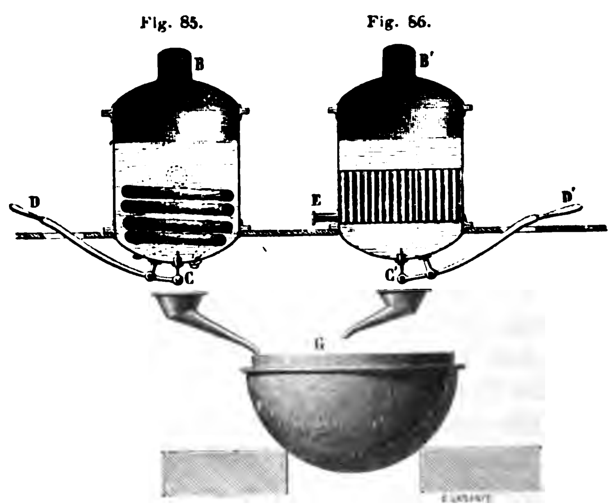
sich in das Vorfilter N ergiesst. Dieses ist zur Filtration von aussen nach innen eingerichtet, wie oben S. 347 beschrieben ist. Der hier geklärte Syrup läuft durch Rinnen auf die Kohlenfilter.

Da das Schmelzen des Zuckers in der Pfanne A ungefähr 50 Minuten dauert, so kann man in 24 Stunden 25 Operationen machen, oder 130000 Kilogrm. Zucker verarbeiten. Jedes der Vorfilter ist 2,20 Meter lang, 1,75 M. breit und 1,30 M. tief und fasst 4,8 Cubikmeter Masse. Die filtrirende Oberfläche jedes Sackes beträgt 2,86 Meter, für die 20 Säcke, welche in jedem Filter vorhanden, daher 57,2 Quadratmeter. Von diesen Filtern stehen 12 nebeneinander und werden gleichzeitig benutzt, die ganze filtrirende Oberfläche beträgt daher 686 Quadrat-Meter.

Die Kohlenfilter O — mit Mannloch R, Entleerungshahn Q und einem 4 Meter hohen Steigrohr P versehen — auf welche der geklärte Saft kommt, haben einen Durchmesser von 1,20 M. und 11 Meter Höhe; jedes derselben enthält 108 Hectoliter Knochenkohle; es sind 25 Filter vorhanden, diese enthalten also zusammen 2700 Hectoliter Kohle. Nach vierundzwanzigstündigem Gebrauch werden 4 Filter entleert, es müssen also täglich 432 Hectoliter Kohle wieder belebt werden.

Die filtrirten Säfte, deren Farblosigkeit man fortwährend überwacht, werden in Reservoirs der Vacuumapparate geleitet. Der Verkochapparat A, Fig. 85, ist ebenso eingerichtet, wie der in Fig. 60 und 61 dargestellte und oben S. 283 beschriebene. Er ist oben bei B mit Conden-

Fig. 85. Fig. 86.



sator und Luftpumpe verbunden. Es wird auf Korn gekocht, wobei man je nach der Beschaffenheit des zu erzielenden Productes die Kör-

nung gröber oder feiner werden lässt. Die Verkochung erfolgt sehr rasch, da der Syrup schon mit einer Concentration von 55—58° S. (30° B.) in den Apparat kommt.

Der Apparat hat einen Durchmesser von 3 Meter und 5 M. Höhe, seine Capacität entspricht der von 13000 Kilo Zucker erhaltenen Syrupsmenge; da täglich 10—12 Operationen gemacht werden können, so kann ein Apparat die ganze Masse bewältigen. Die beiden Dampfschlangen des Apparates haben eine Heizfläche von 30 Quadratmetern, der Dampf strömt unter einer Spannung von 5 Atmosphären oder mit einer Temperatur von ca. 150° ein.

Nach genügender Concentration erfolgt die Entleerung mittelst eines Ventiles C, welches sich nach einem Druck auf den Hebel D nach innen öffnet. Die Füllmasse ergiesst sich in die mit Doppelboden versehenen Anwärmer G, von denen jeder einen Durchmesser von 3 Meter und 1,80 M. Tiefe hat. Die weitere Verarbeitung in der Füllstube und auf dem Zuckerboden erfolgt wie oben beschrieben. Für die fünf oder sechs Decken gebraucht man ebenso viele Liter Deckklärsel von ca. 63° S. (34° B.), welches durch Schmelzen von 70 Kilogrm. Zucker in 30 Liter Wasser erhalten wird.

Der Nutschapparat besteht aus drei horizontal liegenden Röhren, worauf 1500 Formen gleichzeitig Platz finden, das Absaugen des Syrups dauert 1½ Stunden. Die Luftpumpen des Nutschapparates erfordern eine Leistung von 70 Pferdekraft.

Jeder Boden hat seine Stove. Jede Stove fasst in drei über einander stehenden Reihen 1500—3000 Brote von je 10—12 Kilogrm. Die Heizung erfolgt mittelst Retourdampf durch vier an einer Wand übereinander liegende Röhren von 15—20 C.M. Durchmesser.

Die Verkochung des Decksyrups erfolgt in einem besonderen Vacuumapparat (Fig. 86) von 2,50 M. Durchmesser und 5 M. Höhe; die Heizung desselben erfolgt wie beim Robert'schen Verdampfapparat durch ein System von 1 M. langen, 6 C.M. weiten, zwischen zwei Böden befindlichen Röhren, dessen Heizfläche 100 Quadratmeter gross ist. Der Dampf wird seitlich durch das Rohr E zugeführt, circulirt zwischen den Röhren und geht dann mit dem Condensationswasser in den Dampfsammler. Diese Syrupe werden bis zur Fadenprobe, also blank gekocht, die Kornbildung erfolgt in neben den Anwärmern G stehenden Kühlern.

Nach der ersten Kornbildung wird die Krystallisation in gusseisernen Behältern von 50 Liter Inhalt in 24—48 Stunden beendet. Der Syrup von diesen Producten wird im selben Apparat verkocht und kommt in eiserne Behälter von 500 Liter, worin die Krystallisation in 5—6 Tagen erfolgt. Die dritte, vierte und fünfte Krystallisation liefert

Farine, die in der Centrifuge geschleudert und gedeckt werden. Die Krystallisation erfolgt in immer grösser werdenden Behältern, von je 1000, 2000 und 4000 Liter Inhalt, ebenso wird die Zeit, welche zum Auskrystallisiren dieser letzten Producte erforderlich ist, immer länger, sie dauert in den auf einander folgenden Krystallisationen zwei Wochen, einen Monat; die letzte Krystallisation sogar 4—8 Monate, während welcher die Behälter auf einer Temperatur von 35—40° erhalten werden. Der Syrup der letzten Krystallisation ist dann Melasse, worin 50—55 Procent krystallisirbarer Zucker.

Die sämmtlichen letzten Krystallisationen werden stark geschleudert und in der Centrifuge systematisch gedeckt, wobei man immer reineren Syrup anwendet, schliesslich giebt man noch eine Dampfdecke, indem man ein fein durchlöchertes Rohr bis auf einen Abstand von 6 bis 8 C.M. der rotirenden Krystallmasse in der Trommel nähert und nun Dampf ausströmen lässt. Der Dampf condensirt sich in der Zuckermasse und bildet etwas Syrup, der den Zucker rasch durchdringt, so den unreineren verdrängt und die Reinigung vervollständigt.

Sämmtliche nicht gedeckten Rohzucker werden derselben Reinigung unterzogen. Schon gedeckte erhalten noch eine Dampfdecke und eignen sich dann meistens nach dem Auflösen und einer Filtration über Kohle zu Deckklärsel. Solche Zucker, deren Korn zu fein ist, um sie in die Centrifuge zu bringen, werden zuerst gekörnt, indem man sie schmilzt, klärt, filtrirt und in grossen Behältern krystallisiren lässt. Sie werden dann geschleudert. Man sieht daher, dass diese Fabrik nur fast Syrupfreie Zucker zur Raffinerie verwendet, schlechtere Rohzucker werden erst umkrystallisirt, um möglichst reines Material von vornherein in der Raffinerie zu haben, was wieder den Vortheil bringt, dass die Krystallisation ungemein leicht erfolgt und dass die Raffinerie-Syrupe fast bis zum letzten Tropfen aufgearbeitet werden können. Zu diesem Ausdecken sind 40 Centrifugen von 80 C.M. Durchmesser, von denen jede in jeder Operation mit 45 Kilogrm. Masse gefüllt wird, bei einer Geschwindigkeit von 1200 Umdrehungen pro Minute erforderlich.

Die Raffinerie besitzt 8 grosse Dampfkessel, welche für die Heizung und den Maschinenbetrieb eine 600 Pferdekräften entsprechende Dampfmenge liefern. Vier Dampfmaschinen vermitteln die Bewegung. Die Condensatoren erfordern stündlich 130 Cubikmeter Wasser. Der Bedarf an Steinkohlen beträgt 36000 Kilo pro Tag.

Fabrikation des Candis.

Als Candis bezeichnet man einen in grossen, wohl ausgebildeten Krystallen krystallisirten Zucker von verschiedener Farbe. Die Haupt-

nüancen, welche sich im Handel finden, sind: weiss, blond, braun. Der Verbrauch des Candis ist ein verhältnissmässig beschränkter und auf gewisse Gegenden localisirter, so consumirt Ostfriesland, Holland, Belgien grosse Quantitäten von Candis, während der Gebrauch desselben in anderen Gegenden fast unbekannt ist. Die Fabrikation geschieht entweder in den Raffinerien oder in eigenen kleinen Candissiedereien.

Zur Darstellung des weissen Candis bedient man sich feiner Raffinade, oder ganz weisser tropischer Zucker, gedeckte Rübenrohzucker sind nicht dazu verwendbar, da die grossen Krystalle stets etwas Syrup eingeschlossen enthalten, welcher dem Candis einen Beigeschmack und Geruch ertheilen würde. Dieser Beigeschmack macht solchen Candis namentlich zur Fabrikation der Schaumweine, wobei er seine Hauptverwendung findet, völlig unbrauchbar, während hierbei das eigenthümliche Aroma der Colonialzucker erwünscht ist. Bei der grossen Reinheit der Rohmaterialien erfolgt leicht die Krystallbildung zu rasch, man erhält nicht die gewünschten grossen, sondern kleine, undeutlich ausgebildete Krystalle. Nach Payen soll man dieses vermeiden können, wenn man dem Syrup, in dem Augenblick, wo man ihn zur Krystallisation stellt, auf 1000 Theile 1 Th. Weinsäure zusetzt.

Der blonde Candis wird entweder aus Rübenrohzucker, oder aus Mischungen von Havanna und Indischem Rohzucker, der braune namentlich aus Brasilzucker dargestellt.

Die ersten Operationen der Candisfabrikation sind denen der Raffination ganz gleich. Der Zucker wird in Wasser geschmolzen, unter Zusatz von Knochenkohle und Eiweiss in der Pfanne A, Fig. 87 geklärt, der Syrup passirt die Vorfilter B, wird im Kohlenfilter C auf den

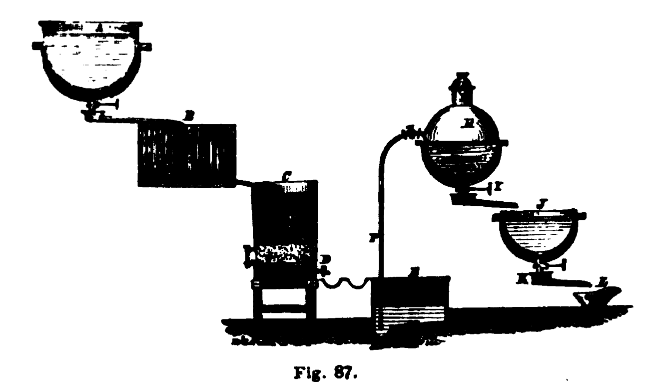


Fig. 87.

richtigen Grad der Entfärbung gebracht und fliesst durch den Hahn D und eine Rinne in das Reservoir E, von wo er durch das Rohr F in das Vacuum H gezogen wird. Statt des Vacuums findet man noch in vielen

Candissiedereien die auf freiem Feuer geheizte kupferne Kipppfanne. Verkocht man im Vacuum, so treibt man hier die Verdampfung nur bis zur schwachen Fadenprobe und lässt dann die Masse durch das Ventil J in den Anwärmer J abfliessen, worin man bei vollem Dampf zu Ende kocht. Die Verdampfung wird je nach der Qualität der Masse verschieden weit geführt, bei dem am leichtesten krystallisirenden weissen Candis unterbricht man sie früher als bei den dunkleren Sorten. Meist erkennt man die zu beendigende Verdampfung an verschiedenen empirischen Proben, der Blaseprobe, oder man prüft auch wohl die siedende Masse mittelst des Aräometers. Bei weissem Candis soll die Verdampfung bis auf 40° B., bei blondem bis 40½° B., bei braunem bis auf 41° B. getrieben werden.

Sobald dieser Grad erreicht ist, bringt man die heisse Masse mit dem Füllbecken L in die Krystallisirgefässe, Candispotten, welche in einem den Zuckerstoven ähnlichen, stark zu heizenden Locale, der Candisstube, aufgestellt werden, wie Fig. 88 und 89 zeigen.

Die Candispotten sind kupferne, runde Näpfe, mit flachem Boden und schrägen Wänden. In die Wände sind feine Löcher gebohrt, durch welche vor dem Füllen Fäden gezogen werden, um die Krystalle an diese ansetzen zu lassen. Nach dem Einziehen der Fäden werden die Löcher auswendig mit Papier verklebt.

Fig. 88.

Fig. 89.

Die Candisstube unterscheidet sich von der Zuckerstove dadurch, dass man sie möglichst wenig ventilirt, also keine Dunstabzüge anbringt. Die Gestelle, auf denen die Potten stehen, sind 35—40 C.M. von einander entfernt. Mittelst eines von aussen heizbaren Ofens, oder besser durch Dampfröhren, erhält man eine Temperatur von 60° während 72—76 Stunden, dann hört man auf zu heizen und lässt die Stube noch 9 Tage verschlossen. Dann nach Ablauf des zwölften Tages ist die Temperatur auf 35—38° gesunken. Man vermeidet unter

allen Umständen jede plötzliche Temperaturschwankung, Erschütterung der Gefässe, jeden Luftzug, weil dadurch eine regelmässige Ausbildung der Krystalle gestört werden würde. An einem Fenster der Thüre ist im Innern des Raumes ein Thermometer angebracht, um jeder Zeit den richtigen Wärmegrad constatiren zu können.

Nach Ablauf des zwölften Tages ist die Krystallisation bei mittelgrossen Gefässen genügend weit vorgeschritten. Bei kleinen Gefässen und weissem Syrup ist sie früher beendet, bei grösseren und unreineren Syrupen, namentlich wenn man die Krystalle sehr stark wachsen lassen will, dauert sie länger. Man nimmt dann die Krystallisirgefässe heraus, schlägt in die Krystallkruste, welche sich an der Oberfläche gebildet hat, ein Loch, giesst den grössten Theil des Syrups ab und lässt den Rest abfliessen, indem man die einzelnen Gefässe in geneigter Lage über eine Rinne stellt; den letzten noch anhaftenden Syrup spült man mit etwas lauwarmem Wasser ab und lässt dann dieses ebenfalls über Rinnen ablaufen.

Während des Ablaufens trocknen die Candisbrote schon oberflächlich. Sie werden dann, nachdem man die Fäden an der Aussenwand durchschnitten hat, durch leises Aufstossen gelöscht und aus der Potte genommen. Die Brote werden nun auf Gestellen bei einer Temperatur von 36° vollständig getrocknet, wozu 24 Stunden genügen, und kommen dann entweder ganz oder zu Stücken zerschlagen in den Handel.

In der Fabrik, nach welcher vorstehende Zeichnungen genommen sind, sind sechs neben einander befindliche Candisstuben. Jede derselben hat drei über einander befindliche Thüren F G H, welche ebensovielen mit Gestellen besetzten Etagen entsprechen. Vor den Thüren sind Flaschenzüge K K′ angebracht, um die Füllbeken L′ bequem aufwinden und die auskrystallisirten Potten L hinablassen zu können. Jeder Ofen ist 5½ M. hoch, 4 M. lang und 3 Meter breit. Zehn übereinander befindliche Etagen der Gerüste tragen jede 30 Formen, die ganze Stube fasst daher 300 Formen. Die letzteren haben einen Durchmesser von 59 C.M., sind 32 C.M. tief und fassen gefüllt 50 Kilo Masse, welche 25 Kilo Candis liefert. Die Entleerung der Oefen erfolgt an der hinteren Seite durch entsprechende Thüren.

Die vom Candis abgeflossenen Syrupe werden auf Hutzucker verkocht.

Zuckerfabrikation.

IV. Saccharimetrie.

Die analytischen Methoden, welche zur Bestimmung des Zuckers dienen, fasst man unter dem Namen Saccharimetrie oder Saccharometrie zusammen. Man unterscheidet dabei:

1) Chemische Methoden, basirt auf die Eigenschaften gewisser Zuckerarten, oxydirte Metalle entweder zu niederen Oxydationsstufen, oder zu Metall zu reduciren.

2) Aräometrische Methoden, basirt auf die Eigenschaft des Rohrzuckers, beim Lösen in Wasser Flüssigkeiten von bekanntem specifischem Gewicht zu geben.

3) Optische Methoden, basirt auf die Eigenschaft des Rohrzuckers, die Schwingungsebene des polarisirten Lichtstrahles um eine bestimmte Grösse abzulenken.

Von den chemischen Methoden ist zunächst die von Fehling zu erwähnen. Sie gründet sich darauf, dass das Gemenge von Traubenzucker und Fruchtzucker, welches man erhält, wenn man Lösungen von Rohrzucker mit ganz wenig Salzsäure, Schwefelsäure, Oxalsäure zum Sieden erhitzt, das Kupferoxyd in alkalischer Lösung zu Oxydul reducirt, während reiner Rohrzucker eine solche reducirende Wirkung nicht hat. Im Wesentlichen ist die Methode bereits früher S. 134 beschrieben. Man löst etwa 1 Grm. Substanz, z. B. zu untersuchenden Rohrzucker in einer, bis zu einer Marke am Halse genau 100 C.C. fassenden Flasche in ca. 50 C.C. Wasser, fügt einige Tropfen einer concentrirten Lösung von Oxalsäure hinzu und kocht einmal auf, um den Rohrzucker in jenes als Invertzucker bezeichnete Gemenge der beiden Zuckerarten zu verwandeln. Nach dem Erkalten der Flüssigkeit stumpft man die freie Säure durch Zusatz von etwas kohlensaurem Natron ab, verdünnt die Flüssigkeit genau bis 100 C.C. und titrirt dieselbe nach der S. 134 beschriebenen Methode. Man findet so die dem vorhandenen Rohrzucker entsprechende Menge von Traubenzucker. Da die Atomgewichte des Traubenzuckers und des Rohrzuckers sich verhalten wie

360 : 342, so lässt sich aus der gefundenen Menge Traubenzucker leicht die ihm entsprechende Menge Rohrzucker berechnen.

Dieselbe Methode gestattet auch die beiden Zuckerarten, Rohr- und Traubenzucker, wenn sie neben einander vorkommen, zu bestimmen. In einer Probe kann man dann unmittelbar den Traubenzucker titriren, in einer zweiten denselben nach der Behandlung mit Säuren. Man wird dann in der zweiten Probe eine dem vorhandenen Rohrzucker entsprechende grössere Menge Traubenzucker finden, als in der ersten Probe und braucht die Differenz nur auf Rohrzucker umzurechnen.

Die beschriebene Methode ist nicht ohne Uebelstände: es ist äusserst schwierig, genau den Punkt festzustellen, bei welchem alles Kupferoxyd reducirt und dennoch kein Zucker im Ueberschuss zugesetzt ist. In dem Maasse wie der grösste Theil des Kupferoxyds reducirt wird, verliert die vorher intensiv blaue Flüssigkeit ihre Farbe mehr und mehr, schliesslich ist man häufig zweifelhaft, ob noch ein bläulicher Schimmer vorhanden oder nicht. Geht man bis zur vollständigen Reduction des Kupferoxyds, so weiss man wieder nicht, ob nicht schon zu viel Zucker zugesetzt ist. Um sich von dieser Unsicherheit frei zu machen, hat man die Methode dahin abgeändert, dass man einen Ueberschuss der Kupferlösung anwendet und die Menge des darin reducirten Oxyduls bestimmt. Zu dem Behufe wendet man 60 C.C. der FEHLING'schen Lösung von der oben angegebenen Concentration an, verdünnt mit dem 2—3fachen ihres Volums Wasser, erhitzt zum Sieden und lässt von der zu untersuchenden Flüssigkeit so viel zufliessen, dass nicht mehr als 0,250 Grm. Zucker mit der Kupferoxydlösung zusammenkommt. Da die angewandte Menge derselben durch 0,300 Grm. Zucker vollständig reducirt wird, so bleibt sicher ein Ueberschuss unzersetzt. Nach ganz kurzem Aufkochen lässt man die Flüssigkeit ruhig stehen, wobei der schwere, intensiv roth gefärbte Niederschlag von Kupferoxydul sich rasch absetzt. Die darüber stehende, noch blau gefärbte Flüssigkeit lässt sich klar abgiessen. Man übergiesst den Niederschlag mit siedend heissem Wasser, lässt wieder absetzen, sammelt ihn nun auf einem kleinen Filter und wäscht möglichst rasch aus. Das Filter wird getrocknet, der Niederschlag nach dem Verbrennen des Filters an der Luft einige Zeit geglüht, wodurch das Kupferoxydul in Oxyd übergeführt wird. Um ganz sicher zu sein, dass keine Spur von Oxydul mehr vorhanden ist, befeuchte man nach dem Glühen mit einem Tropfen Salpetersäure, trockne vorsichtig ein und glühe von Neuem. Das Gewicht des gefundenen Kupferoxyds lässt dann den Gehalt an Zucker berechnen.

1 Atom oder 342 Gew.-Th. Rohrzucker, reducirt, nachdem er in Invertzucker verwandelt ist, 10 Atome oder 794 Gew.-Th. Kupferoxyd;

dieselbe Menge von Kupferoxyd wird von 1 Atom oder 360 Gew.-Th. Traubenzucker reducirt. Da das gefundene Kupferoxyd aber aus dem reducirten Kupferoxydul hervorgegangen ist, so ist nach den Ansätzen

794 : 342 = 1 : x

794 : 360 = 1 : x

die Gewichtseinheit Kupferoxyd entsprechend

0,4307 Rohrzucker und

0,4534 Traubenzucker, resp. Invertzucker.

Eine grosse Anzahl von Bestimmungen, von SCHEIBLER mit chemisch reinem Zucker ausgeführt, haben indess ergeben, dass die aus dem gewonnenen Kupferoxyd sich berechnenden Zuckermengen um eine kleine Grösse zu hoch ausfallen und dass man richtigere Werthe erhält, wenn man die gefundenen Mengen von Kupferoxyd mit

0,43 für Rohrzucker und mit

0,45 für Invertzucker

multiplicirt.

Zur Bestimmung des ausgeschiedenen Kupferoxyduls sind verschiedene andere Methoden empfohlen worden. So soll man das Kupferoxydul unter Zusatz von Chlornatrium in Salzsäure lösen und das dabei gebildete Kupferchlorür mit einer titrirten Lösung von übermangansaurem Kali in Kupferchlorid verwandeln. Oder man soll das Kupferoxydul mit Eisenchlorid behandeln, wobei eine entsprechende Menge Eisenchlorid in Chlorür verwandelt wird. Die Menge des gebildeten Chlorürs kann mit übermangansaurem oder chromsaurem Kali bestimmt werden. Wir unterlassen es, auf diese Methoden weiter einzugehen, da sie gegen die eben beschriebene nicht den geringsten Vortheil bieten.

Eine andere leicht ausführbare Methode gründet sich darauf, dass Invertzucker das Cyanquecksilber in alkalischer Flüssigkeit vollständig zu metallischem Quecksilber reducirt, und zwar sind nach Beobachtungen von K. KNAPP 100 Th. Traubenzucker (resp. Invertzucker) erforderlich, um 400 Th. Cyanquecksilber zu reduciren.

Als titrirte Flüssigkeit wendet man 10 Grm. reines krystallisirtes Cyanquecksilber, unter Zusatz von 100 C.C. Natronlauge von 1,145 spec. Gew. zu 1000 C.C. gelöst an. 40 C.C. dieser Flüssigkeit, entsprechend 0,100 Grm. Traubenzucker, bringt man zum Sieden und lässt dann so lange von der invertirten Zuckerlösung zufliessen, bis alles Quecksilber sich in Form feiner Kügelchen am Boden des Gefässes abgeschieden hat. Lässt man während des Zufliessens der Zuckerlösung einen Tropfen der siedenden Flüssigkeit auf feines Filtrirpapier fallen und hält man dieses über ein Gefäss, worin etwas concentrirtes Schwefelammonium vorhanden ist, so wird, so lange noch eine Spur von

Cyanquecksilber unverändert vorhanden ist, eine deutlich braune Färbung durch Bildung von Schwefelquecksilber eintreten; die befeuchtete Stelle des Papiers bleibt farblos, wenn kein Quecksilber mehr in Lösung ist. Bei der Ausführung der Bestimmung verfährt man ebenso, wie oben S. 134 beschrieben ist. Etwa 1 Grm. Zucker wird im 100 C.C. Kölbchen gelöst, wenn man mit Rohrzucker zu thun hat durch Zusatz von etwas Säure und Erhitzen invertirt, auf 100 C.C. aufgefüllt; diese Lösung wird in die Bürette gebracht. Bei der ersten Bestimmung sucht man den Punkt, bei welchem man den Zuckerzusatz zu unterbrechen hat, annähernd zu ermitteln, die zweite Bestimmung giebt dann genaue Werthe.

Bei der aräometrischen Methode ist nur auf exacte Resultate zu rechnen, wenn man mit Lösungen von chemisch reinem Rohrzucker zu thun hat, da die begleitenden Stoffe ebenfalls auf das specifische Gewicht der Flüssigkeit einwirken, wie schon oben S. 229 nachgewiesen ist. Trotzdem bedient man sich aber sehr allgemein dieser Methode für gewisse Bestimmungen, nachdem der Gehalt an Zucker auf anderem Wege nachgewiesen worden ist. Die folgende Tabelle giebt die Bestimmungen von GERLACH, welche mit denen anderer Beobachter sehr nahe übereinstimmen.

Zuckergehalt der Lösung Gew.-Proc.	Spec. Gew. bei 17,5° C.	Zuckergehalt der Lösung Gew.-Proc.	Spec. Gew. bei 17,5° C.	Zuckergehalt der Lösung Gew.-Proc.	Spec. Gew. bei 17,5° C.	Zuckergehalt der Lösung Gew.-Proc.	Spec. Gew. bei 17,5° C.	Zuckergehalt der Lösung Gew.-Proc.	Spec. Gew. bei 17,5° C.
1	1,003880	16	1,065606	31	1,134406	46	1,210945	61	1,295890
2	1.007788	17	1,069965	32	1,139261	47	1,216339	62	1,301868
3	1,011725	18	1,074356	33	1,144150	48	1,221771	63	1,307887
4	1,015691	19	1,078779	34	1,149073	49	1,227241	64	1,313946
5	1,019686	20	1,083234	35	1,154032	50	1,232748	65	1,320046
6	1,023710	21	1,087721	36	1,159026	51	1,238293	66	1,326188
7	1,027765	22	1,092240	37	1,164056	52	1,243877	67	1,332370
8	1,031848	23	1,096792	38	1,169121	53	1,249500	68	1,338594
9	1,035961	24	1,101377	39	1,174222	54	1,255161	69	1,344860
10	1,040104	25	1,105995	40	1,179358	55	1,260861	70	1,351168
11	1,044278	26	1,110646	41	1,184531	56	1,266600	71	1,357518
12	1,048482	27	1,115330	42	1,189740	57	1,272379	72	1,363910
13	1,052716	28	1,120048	43	1,194986	58	1,278197	73	1,370345
14	1.056982	29	1,124800	44	1,200269	59	1,284054	74	1,376822
15	1.061278	30	1,129586	45	1,205589	60	1,289952	75	1,383342

Aus der Bestimmung des specifischen Gewichtes kann man nach dieser Tabelle den Zuckergehalt leicht ableiten. Um aber auch dieser Mühe überhoben zu sein, sind von BRIX und Anderen eigne Aräometer, Saccharometer construirt, auf deren Scala unmittelbar Zuckerprocente aufgetragen sind. Von den verschiedenen Saccharometern ist das von BRIX am allgemeinsten angewandt. Bei dem Gebrauch desselben hat man zu berücksichtigen, dass alle Flüssigkeiten bei höherer Temperatur durch ihre Ausdehnung leichter werden, als sie bei niederer Temperatur sind und umgekehrt. Dieselbe Flüssigkeit wird daher z. B. bei 10° eine andere Saccharometeranzeige geben wie bei 15°. Aus dem Grunde ist es erforderlich, alle Beobachtungen bei der Temperatur anzustellen, für die das Instrument bestimmt ist. Diese Temperatur ist meistens 17,5° C., kältere Flüssigkeiten hat man also so weit zu erwärmen, wärmere bis zu diesem Wärmegrade abzukühlen.

Angaben des Saccharometers lassen sich andererseits mittelst der Tabelle auf die zugehörigen specifischen Gewichte reduciren. Hat man keine Bruchtheile der Saccharometergrade, so liest man die specifischen Gewichte unmittelbar in der Tabelle ab. Für Bruchtheile interpolirt man die zugehörigen specifischen Gewichte, z. B. man habe gefunden, eine Zuckerlösung zeige am Saccharometer 16,6°. Die specifischen Gewichte für die zunächst liegenden Grade sind:

für 17°—1,069965

für 16°—1,065606

also Differenz für $^{10}/_{10}$ Grade = 0,004359 oder für 0,1 Grad = 0,0004359. Das specifische Gewicht für 16,6° ist daher = 1,065606 + (6 × 0,0004359) = 1,068221.

Um auf optischem Wege den Zuckergehalt von Flüssigkeiten zu ermitteln, bedient man sich verschiedener Instrumente, von denen die von MITSCHERLICH, SOLEIL und VENTZKE allgemeinere Verbreitung gefunden haben. Sie sind sämmtlich darauf basirt, dass ein bestimmtes Quantum von Zucker, in einer Lösung dem polarisirten Lichtstrahl ausgesetzt, die Schwingungsebene dieses Lichtstrahls um ein bestimmtes ablenkt. Ein anderes Instrument, der Polaristrobometer von WILD ist bis jetzt wohl nicht über die Grenze der physikalischen Cabinette gedrungen, oder doch nur ganz vereinzelt verwandt worden; es mag daher genügend sein, es hier erwähnt zu haben.

Der Apparat von MITSCHERLICH, der nur noch wenig gebraucht wird, besteht aus zwei NIKOLL'schen Kalkspathprismen, die bei normaler Einstellung des Instrumentes so gegeneinander gestellt sind, dass der durch das erste Prisma gegangene Lichtstrahl im zweiten Prisma vollständig absorbirt wird. Bringt man dann zwischen die beiden Prismen

eine die Ebene des Lichtstrahles ablenkende Flüssigkeit, so findet im zweiten Prisma keine Absorption des Lichtstrahles mehr statt, es erscheint vielmehr erleuchtet und zwar je nach der Grösse der Ablenkung mit rother, gelber, grüner, blauer, violetter Farbe. Um die Grösse der Ablenkung zu messen, dreht man das zweite Prisma so lange, bis das Gesichtsfeld zur Hälfte blau, zur Hälfte violett gefärbt erscheint. Zur Bestimmung des Drehungsgrades ist das zweite Prisma an einem Zeiger befestigt, der sich vor einer in 360° getheilten Scheibe bewegt.

Eine 200 M.M. lange Flüssigkeitssäule, aus einer Zuckerlösung bestehend, welche in 100 C.C. genau 30 Grm. chemisch reinen Rohrzucker enthält, lenkt die Ebene des polarisirten Lichtstrahls genau um 40° ab. Hat man daher eine Lösung von unbekanntem Gehalte, ebenfalls in einer Flüssigkeitssäule von 200 M.M. Länge, zwischen die beiden Prismen eingeschaltet, so wird jeder Grad, um welchen man das zweite Prisma zu drehen hat, einen Gehalt von 0,75 Grm. Zucker in 100° C.C. nachweisen.

Der Apparat von Soleil hat dieselben Nikoll'schen Prismen wie der Mitscherlich'sche, aber zwischen denselben eingeschaltet eine weitere Vorrichtung, welche die Beobachtung ausserordentlich erleichtert. Der bei seinem Durchgange durch das erste Prisma polarisirte Lichtstrahl geht zuerst durch eine senkrecht zur Achse geschnittene Bergkrystallplatte, die mit q bezeichnet sein möge, sie ist durch die Mitte des Gesichtsfeldes getheilt und besteht zur Hälfte aus einem rechts-, zur anderen Hälfte aus einem linksdrehenden Krystall. Bei einer Dicke von 3,75 M.M. erscheint diese Platte, wenn man sie durch das zweite Nikoll betrachtet, ein einer ganz schwachen, zwischen Grün und Roth liegenden Färbung, die geringste Drehung der Polarisationsebene bringt dann sofort einen anderen Farbenton, deutlich grün auf der einen und deutlich roth auf der anderen Seite hervor. Der hier austretende Lichtstrahl geht durch eine zweite senkrecht zur Achse geschnittene Bergkrystallplatte (n) und darauf durch zwei keilförmig geschnittene Bergkrystallplatten, welche beide gleiches, aber ein entgegengesetztes Drehungsvermögen haben wie die vorige Platte. Die beiden keilförmig geschnittenen Platten sind mit ihren Fassungen an einem Triebwerk befestigt, mittelst dessen sie so aneinander hergeschoben werden können, dass sie eine Platte von veränderlicher Dicke darstellen. An den Fassungen der einen dieser Platten ist ferner eine Skala, an der der anderen ein Index mit Nonius angebracht. Der Nullpunkt der Skala ist so gestellt, dass er mit dem Index der anderen Platte zusammentrifft, wenn die Dicke der beiden Keile gleich der Dicke der davor liegenden Platte n ist. Bei dieser Stellung heben sich die Effecte beider völlig auf, man sieht dann durch das zweite Prisma wieder die erwähnte

schwache Färbung, während bei jeder anderen Stellung jener keilförmigen Platten die rothe und grüne Färbung auftritt. Die weitere Theilung der Skala ist so gemacht, dass bei dem Punkte 100 die durch die Verschiebung der beiden Keile gebildete Platte gerade 1 M.M. stark ist. Endlich gelangt dann der Lichtstrahl in das zweite Prisma.

Bringt man eine Zuckerlösung zwischen die beiden Quarzplatten q und n, so unterstützt das Drehungsvermögen der Zuckerlösung die Drehung der Polarisationsebene der einen Hälfte der Doppelplatte q und schwächt die Wirkung der anderen Hälfte. Beide Hälften nehmen dadurch einen verschiedenen Farbenton an, die Farbengleichheit wird wieder hergestellt, wenn man die keilförmigen Quarzplatten so weit dreht, bis die Dicke der dadurch gebildeten Platte dem Ablenkungsvermögen der eingeschalteten Zuckerlösung entspricht.

Das Ablenkungsvermögen einer Quarzplatte von 1 M.M. Stärke ist gleich dem einer 200 M.M. langen Flüssigkeitssäule, von der 100 C.C. 16,350 Grm. chemisch reinen Zucker enthalten. Bringt man daher ein genau 200 M.M. langes Rohr, gefüllt mit einer Zuckerlösung von unbekanntem Gehalt, zwischen die Quarzplatten m und n, und hat man die beiden keilförmigen Quarzplatten so weit gedreht, bis wieder Farbengleichheit auf beiden Seiten des Beobachtungsbildes eingetreten ist, so entspricht jeder Grad der Skala einem Zuckergehalt von 0,1635 Grm. in 100 C.C. der Lösung.

Der Apparat von Ventzke ist eine Modification des Soleil'schen. Er ist so eingerichtet, dass eine 200 M.M. lange Schicht einer Zuckerlösung von 1,100 spec. Gew. genau 100° Verschiebung der Skala erfordert. Eine solche Lösung enthält in 100 C.C. 26,048 Grm. Zucker, jeder Grad entspricht daher einer Lösung von 0,26048 Grm. reinem Zucker in 100 C.C.

Vor der Verwendung der Polarisationsapparate hat man sich von ihrer Richtigkeit zu überzeugen. Unrichtigkeiten derselben sind nicht selten und können bedingt sein: durch falsche Stellung des Nullpunktes, durch unrichtige Abmessung der Stärke der Quarzkeile, durch falsche Theilung der Skala, durch falsche Länge der Beobachtungsröhren. Um sich von der richtigen Stellung des Nullpunktes zu überzeugen, bringt man zwischen die beiden Prismen des Mitscherlich'schen Apparates oder zwischen die beiden Quarze des Soleil'- resp. Ventzke'schen Apparates eine leere, oder mit reinem Wasser gefüllte Röhre, lasse das Licht einer hellbrennenden Lampe in den Apparat fallen und beobachte, nachdem man den Index genau auf den Nullpunkt eingestellt hat. Beim Mitscherlich'schen Apparate muss das Licht absorbirt, das Gesichtsfeld verdunkelt werden, bei den anderen Apparaten muss man

urch das kleine, vor dem zweiten Prisma befindliche Fernrohr eine ell erleuchtete, durch einen scharfen Strich in der Mitte getheilte, öglichst wenig, aber auf beiden Seiten ganz gleich gefärbte Scheibe rahrnehmen. Ist dieses der Fall, so ist der Apparat in Bezug auf einen Nullpunkt in Ordnung. Es kann aber Folgendes eintreten. Beim ITSCHERLICH'schen Apparate erscheint die Scheibe nicht verdunkelt, ondern leuchtend; man drehe dann das Prisma so lange, bis völlige 'erdunkelung eintritt, nehme den Zeiger ab und stelle ihn nun genau uf den Nullpunkt ein. Beim SOLEIL'- oder VENTZE'schen Apparat kann ie Scheibe zwar ganz gleichmässig auf beiden Seiten gefärbt, aber in ntensiv rothem oder blauem Lichte erscheinen, dieses ist durch die tellung eines in der obigen Beschreibung der Uebersichtlichkeit wegen icht erwähnten dritten Prisma's herbeigeführt, welches beim SOLEIL'-chen Apparate unmittelbar vor dem Beobachtungsfernrohr, leicht drehar, beim VENTZKE'schen Apparate vor dem ersten Prisma, mittelst iner Stange und Trieb drehbar angebracht ist. Man stellt dann dieses 'risma so, dass jene intensiven Farben verschwinden und das erleuchete Gesichtsfeld so wenig wie möglich gefärbt erscheint. Sind dann eide Hälften des Gesichtsfeldes ganz gleich, so steht der Nullpunkt ichtig. Zeigt dagegen die eine Hälfte einen grünen, die andere einen othen Schimmer, so dreht man die Quarzkeile so lange, bis völlige ileichheit der Färbung eintritt. Ist an dem Instrumente eine Vorrichung zum Justiren der Quarzkeile angebracht, so stellt man dann so in, dass der Index genau auf den Nullpunkt fällt; kann man diese Stellung nicht bewirken, so notirt man den richtigen Punkt und corrigirt später die Beobachtungen entsprechend. Wenn z. B. bei völliger Farbengleichheit der Index rechts vom Nullpunkt bei 1° steht und die Skala rechts vom Nullpunkt liegt, so würde man später zu den Beobachtungsgraden einen Grad hinzuzählen; steht dagegen der Index, bei gleicher Einrichtung der Skala, um einen Grad links vom Nullpunkt, so würde man einen Grad von den beobachteten Graden in Abzug zu bringen haben u. s. f. Die richtige Stellung des Nullpunktes sollte man vor dem jedesmaligen Gebrauch des Instrumentes controliren. Um dann den Apparat weiter zu prüfen, stelle man sich eine Lösung von reinem Rohrzucker dar, indem man 163,5 Grm. Zucker in Wasser löst und die Flüssigkeit genau zu einem Liter verdünnt. Als reinen Zucker kann man recht weissen Candis nehmen, den man fein pulvert, mit etwas eiskaltem Wasser übergiesst, abtropfen lässt und dann noch mit sehr starkem Alkohol wäscht; das Pulver presst man zwischen Filtrirpapier, lässt an der Luft trocknen und trocknet endlich bei 100°. Bringt man diese Lösung in ein 200 M.M. langes Rohr, so muss man, um die

Farbengleichheit zu erlangen, die Quarzplatten so weit drehen, bis der Index genau auf 100° der Skala steht. Von derselben Lösung vermischt man 10 C.C., 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 C.C. mit resp. 90, 80, 70, 60, 50, 40, 30, 20, 10 C.C. Wasser, bringt diese Lösungen ebenfalls in einer 200 M.M. langen Schicht in den Apparat und beobachtet. Bei Farbengleichheit muss dann der Index auf 10, 20, 30° etc. stehen. Trifft dieses zu, so ist der Apparat in allen seinen Theilen richtig. Auf ganz gleiche Weise prüft man auch den MITSCHERLICH'schen Apparat, nur selbstverständlich unter Anwendung anderer Zuckermengen. Sollte es sich zeigen, dass diese Zahlen nicht zuträfen, dass aber die Abweichungen unter einander proportional wären, so ist der Apparat trotzdem zu gebrauchen. Wenn z. B. bei der concentrirtesten Flüssigkeit der Index statt bei 100° auf 102°, bei der zur Hälfte mit Wasser verdünnten auf 51°, bei der um das Zehnfache verdünnten auf 10,2° steht, so ist das ein Beweis, dass entweder die Quarzkeile etwas zu dünn, aber ganz gleichmässig geschliffen sind, oder dass die Röhre etwas zu lang ist. In diesem Falle würde man ein- für alle Male das Instrument corrigiren und sich den Werth der einzelnen Grade berechnen, z. B.

$$102 : 16,35 = 1 : x; \; x = 0,1603.$$

Jeder Grad der Skala würde also in diesem Falle einen Zuckergehalt von 0,1603 Grm. in 100 C.C. Lösung nachweisen.

Fände man bei der Prüfung dagegen, dass eine Proportionalität nicht bestände, z. B. dass die concentrirte Flüssigkeit wohl 100°, die zur Hälfte verdünnte aber 51°, die zehnfach verdünnte $9^1/_2$° polarisirt, so ist entweder die Theilung der Skala unrichtig, oder die Quarzkeile sind nicht gleichmässig geschliffen, beide Umstände machen das Instrument völlig werthlos.

Die Ausführung der Untersuchungen macht einige Modificationen erforderlich, je nachdem man es mit krystallisirten Zuckern, Zwischenproducten oder Rohproducten zu thun hat.

a. Krystallisirte Zucker. Es ist hier zu bestimmen: der Zuckergehalt, Feuchtigkeit, Asche, eventuell Traubenzucker. Bei den meisten continentalen Zuckern fehlt entweder der Traubenzucker ganz, oder kommt doch nur in so geringen Spuren vor, dass er nicht berücksichtigt zu werden braucht, wodurch die Untersuchung bedeutend vereinfacht wird. Zur Bestimmung des Zuckergehaltes wägt man von der gut gemischten Probe annähernd 16 Grm., wenn man mit dem SOLEIL'schen Apparate arbeitet, genau ab, bringt sie in ein Kölbchen, welches bis zu einer Marke am Halse genau 100 C.C. fasst und löst unter Zugabe von ca. 50 CC. Wasser. Raffinade, weisser Krystallzucker, giebt

dabei eine ganz ungefärbte Lösung, man füllt mit Wasser bis zur Marke auf, vermischt durch kräftiges Umschütteln und filtrirt durch ein faltiges Filter. Diese Filtration ist unbedingt erforderlich, da die geringste Menge eines in der Flüssigkeit vertheilten festen Körpers die Beobachtung bei der Polarisation ungemein erschwert. Rohzucker liefert stets eine gefärbte Flüssigkeit, deren Färbung man in den meisten Fällen durch Zusatz weniger Tropfen Bleiessig vor der Verdünnung beseitigen kann. Manche Zucker lassen sich zwar auf diese Weise entfärben, zeigen aber die Eigenthümlichkeit, dass die Lösung sich nicht klar filtriren lässt, sondern trübe durch das Filter geht. Solche Lösungen klärt man dann nicht durch Bleiessig, sondern nach Scheibler's Vorgang dadurch, dass man eine geringe Menge feuchtes, in Wasser suspendirtes Thonerdehydrat zusetzt. Die Flüssigkeit muss nach der Filtration blank und wasserhell sein, wäre sie noch gefärbt, so ist es am besten, gleich eine neue Probe einzuwiegen und etwas mehr des Klärungsmittels zuzusetzen. Mit der Flüssigkeit füllt man das 200 M.M. lange, vorher sorgfältig gereinigte und getrocknete Beobachtungsrohr, bringt es in den Apparat und stellt genau auf gleiche Färbung der beiden Hälften des Gesichtsfeldes ein, liest den Stand des Index ab und berechnet danach die Menge des in der Probe enthaltenen reinen Zuckers. Die Berechnung kann man sich ersparen, wenn man, bei völlig richtigem Instrumente, genau 16,35 Grm. von der Probe einwägt; jeder Grad weist dann ein Procent reinen Zucker nach. Da das genaue Abwägen einer bestimmten Menge von Substanz aber seine Schwierigkeiten hat und jedenfalls zeitraubender ist, als die einfache Rechnung, so ist der angegebene Weg jedenfalls vorzuziehen.

Auf gleiche Weise wie im krystallisirten Zucker bestimmt man auch den Zucker in der Melasse, nur ist hier zur Abscheidung der fremden Stoffe ein grösserer Zusatz von Bleiessig erforderlich.

Die Feuchtigkeit bestimmt man, indem man die in einer kleinen, flachen Schale gewogene Substanz so lange bei 100° trocknet, bis sie nicht mehr an Gewicht abnimmt. Die Asche durch blosses Verbrennen darzustellen hat seine Schwierigkeiten, da die Zuckerkohle nicht leicht verbrannt und von den schmelzenden Salzen so umhüllt wird, dass entweder ein Theil der bei Rothgluth flüchtigen Salze verdampft, oder ein Theil der Kohle unverbrannt bleibt. Diese Schwierigkeit umgeht man durch Anwendung eines einfachen, von Scheibler eingeführten Verfahrens. 1—2 Grm. des Zuckers werden in einer kleinen, flachen Schale abgewogen, mit etwas concentrirter Schwefelsäure befeuchtet und anfangs vorsichtig erhitzt. Nachdem die organische Substanz zum grössten Theil zerstört ist, bringt man das Schälchen in eine kleine, durch

Zusammenbiegen von zwei Platinblechen gebildete Muffel und erhitzt hier zum Glühen, wobei der Rest der Kohle leicht verbrennt. Die weisse Asche besteht aus schwefelsauren Salzen; man nimmt die Hälfte des Gewichtes als den Aschengehalt an. Bei krystallisirten Zuckern, deren Aschengehalt immer gering ist, ist dies Verfahren zulässig; bei der Untersuchung von Melassen, Rübensäften etc. muss man dagegen anders verfahren, wie unten beschrieben werden wird.

Hat man neben dem Rohrzucker Traubenzucker, so kann man denselben zwar ebenfalls mittelst des Polarisationsapparates bestimmen, wir ziehen in diesem Falle aber die chemische Bestimmung vor. Eine gewogene Probe der Substanz in Wasser gelöst wird mit der Kupferoxydlösung vermischt und im Wasserbade ca. 10 Minuten lang bei einer Temperatur von 75° erhalten. Aller Traubenzucker wird dabei zersetzt. Eine zweite Probe wird dann wie oben S. 366 beschrieben behandelt. Die erste Bestimmung lässt nach dem Gewicht des Kupferoxyds die Menge des vorhandenen Traubenzuckers, die letzte die Menge des dem Rohrzucker entsprechenden Invertzucker + dem Traubenzucker berechnen; die Differenz beider giebt die Menge des aus dem vorhandenen Rohrzucker gebildeten Invertzucker.

b. Melasse. Bei der Wasserbestimmung in der Melasse ist es am zweckmässigsten, dieselben durch Zumischung eines anderen wasserfreien Körpers über eine grössere Oberfläche zu vertheilen, weil sie beim Eintrocknen sich sonst mit einer dichten, trocknen Schicht umgiebt, welche die vollständige Austrocknung ungemein erschwert. Man fülle desshalb einen Tiegel zur Hälfte mit Quarzsand, glühe, lasse wieder vollständig erkalten und bestimme das Gewicht. Mit einem Platinspatel mache man nun vorsichtig, ohne eine Spur des Sandes zu verlieren, eine Vertiefung in den Sand, giesse in diese ca. 1 Grm. der Melasse und wäge. Beim Erwärmen verflüssigt sich die Melasse, durchdringt die ganze Masse des Sandes und lässt sich so leicht bei einer Temperatur von 100° austrocknen.

Die Zuckerbestimmung geschieht so wie oben angegeben ist. Wegen der grossen Menge der fremden Bestandtheile erhält man auf Zusatz von Bleiessig einen sehr beträchtlichen Niederschlag. Da das Volumen desselben auf das Volumen der zu untersuchenden Flüssigkeit influirt, so ist es zweckmässiger, eine beträchtlichere Verdünnung eintreten zu lassen. Man bringe z. B. ca. 16 Grm. der Melasse in ein Kölbchen von 250 C.C. Inhalt, löse in ca. 200 C.C. Wasser, füge Bleiessig hinzu und bringe die Flüssigkeit auf das richtige Volum. Besitzt die filtrirte Lösung nicht einen hinreichenden Grad von Farblosigkeit, um sie polarisiren zu können, so versuche man in einer zweiten Probe durch

Zusatz einer grösseren Menge von Bleiessig die Farblosigkeit zu erreichen. Nur wenn dieses keinen Erfolg giebt, schüttle man die Flüssigkeit mit etwas vorher bei 100° getrockneter Knochenkohle. Die Anwendung der Knochenkohle ist bei allen Zuckeruntersuchungen möglichst zu vermeiden, weil neuerdings, entgegen der früher herrschenden Meinung, nachgewiesen worden ist, dass die Kohle die Eigenschaft hat, neben dem Farbstoff einen Theil des Zuckers aus der Lösung zu absorbiren.

Da in der Melasse ausser dem Zucker auch andere auf die Polarisation einwirkende Körper enthalten sein können, so controlire man die Bestimmung durch eine zweite, welche nach der chemischen Methode ausgeführt wird.

Zur Bestimmung der Asche bringe man ca. 10 Grm. der Melasse in eine recht geräumige, mindestens das Zehnfache fassende Platinschale, erhitze darin anfangs sehr gelinde; nach und nach, wenn das starke Aufschäumen aufhört, steigere man die Wärme, bis endlich die ganze Masse verkohlt ist und keine empyreumatisch riechenden Dämpfe mehr ausstösst. Die sehr voluminöse Kohle zerdrücke man mittelst eines Pistills, koche sie mit Wasser aus, giesse die Flüssigkeit durch ein Filter und wasche die zurückbleibende Kohle so lange, bis das zuletzt abfliessende Waschwasser nicht mehr alkalisch reagirt. Dann trockne man die Kohle, bringe sie sammt dem Filter in die Platinschale zurück und erhitze nun zum lebhaften Glühen, wobei die Kohle unter Hinterlassung einer weissen Asche verhältnissmässig leicht verbrennt. Zu dieser Asche giesse man die wässrige Lösung, verdampfe zur Trockne und erhitze so weit, bis alles Wasser ausgetrieben ist. Würde man, statt auf diese Weise zu verfahren, es versuchen, die Kohle, ohne sie auszuwaschen, zu verbrennen, so würde man einmal einen beträchtlichen Verlust an Aschenbestandtheilen haben, weil die in der Asche enthaltenen Kali- und Natronsalze bei der hohen, zur Verbrennung der Kohle erforderlichen Temperatur, flüchtig sind; ausserdem würde man keine kohlefreie Asche erhalten, weil die bei hoher Temperatur schmelzenden Salze die Kohle so einhüllen, dass der Sauerstoff der Luft nicht genügend zutreten kann.

c. Schlamm der Filterpressen. Zur Controlirung des Betriebes ist es erforderlich, den Schlamm der Filterpressen auf seinen Zuckergehalt zu untersuchen. Man nehme dazu aus mehreren Schlammkuchen zu verschiedenen Tageszeiten eine Probe, zerstampfe die sämmtlichen Proben in einer grösseren Porzellanreibschale und wäge dann von dieser, den Betrieb des Tages repräsentirenden Durchschnittsprobe ca. 150 Grm. ab, übergiesse in einer Kochflasche mit ca. 500 C.C. sie-

dend heissem Wasser und leite in die heiss zu erhaltende Flüssigkeit so lange Kohlensäure ein, bis man sicher ist, allen Kalk in kohlensauren Kalk verwandelt zu haben. Diese Behandlung mit Kohlensäure bezweckt die Zerlegung vorhandenen unlöslichen Zuckerkalkes. Die Flüssigkeit filtrire man in einen geräumigen Kolben, wasche den Niederschlag mit heissem Wasser vollständig aus, verbinde den Kolben mit dem Saugrohr der Bunsen'schen Wasserluftpumpe und lege den Kolben in ein Wasserbad. Bei der Temperatur des siedenden Wassers und dem durch die Luftpumpe verminderten Druck verdampft die verdünnte Lösung rasch und ohne dass eine Zersetzung des Zuckers eintreten könne. Man setze die Verdunstung fort, bis das Volum der Gesammtflüssigkeit auf ca. 50 C.C. reducirt ist, giesse dann in eine 100 C.C. Flasche, spüle den Kolben mit kleinen Mengen von Wasser mehrmals aus und kläre die Lösung unter Zusatz von Bleiessig. Die auf 100 C.C. gebrachte Flüssigkeit wird filtrirt und in den Polarisationsapparat gebracht.

d. Presslinge, Macerations- oder Diffusionsrückstände. Bei der Probenahme sorge man dafür, dass man eine richtige Durchschnittsprobe erhalte, zerkleinere die Substanz möglichst, bei Presslingen durch Zerzupfen, bei Diffusionsrückständen durch Zerschneiden. Zur Analyse sollte man nicht weniger als 100 Grm. Substanz verwenden, diese werden mit kaltem Wasser übergossen, zweckmässig mit Kalkwasser oder Kalkmilch bis zur schwach alkalischen Reaction versetzt. Nach ein paar Stunden wird die Lösung abgegossen und durch reines Wasser ersetzt. Diesen zweiten Aufguss giesst man ebenfalls so gut es geht klar ab, sammelt das Unlösliche auf einem Stückchen feinen Leinen und presst scharf aus. Die sämmtlichen Flüssigkeiten werden vereint, durch Papier filtrirt und verdampft wie oben. Den Verdampfungsrückstand saturirt man zunächst mit Kohlensäure bei Siedhitze, giebt, ohne den Niederschlag von kohlensaurem Kalk abzufiltriren, Bleiessig zu und polarisirt die klare Flüssigkeit.

e. Zuckerrüben. Die Rüben werden auf einer gewöhnlichen Handreibe in Brei verwandelt und mittelst einer Handpresse, nachdem man den Brei in ein leinenes Tuch eingeschlagen hat, ausgepresst. Es ist dabei darauf Rücksicht zu nehmen, dass man möglichst scharf presse, weil der Saft in den verschiedenen Stadien des Pressens nicht gleiche Zusammensetzung hat. Bei schwachem Druck fliesst ein zuckerreicherer Saft ab, als bei starkem Pressen. Im Safte bestimmt man gewöhnlich nur den Zucker und den Nichtzucker. Der unmittelbar nach dem Pressen auf die Normaltemperatur des Saccharometers gebrachte Saft wird zuerst aräometrisch mit dem Brix'schen Saccharometer untersucht. Es

sei das Saccharometer eingesunken bis 16,6. Von dem Safte misst man dann mit der Pipette 100 C.C. ab und versetzt denselben, wenn das Saccharometer nicht eine höhere Angabe als 17° gemacht hat, mit 10 C.C. Bleiessig. Bei einer höheren Saccharometeranzeige ist der Saft um das Doppelte zu verdünnen, die 100 C.C. Saft werden mit 100 C.C. Wasser gemischt, dann werden 20 C.C. Bleiessig zugesetzt. Nach kräftigem Umschütteln filtrirt man durch ein faltiges Filter und bringt die klare Flüssigkeit in den Polarisationsapparat. Der nicht mit Wasser verdünnte, mit 10 C.C. Bleiessig versetzte Saft möge eine Polarisation von 82,5° gezeigt haben. Nun ist zunächst zu berücksichtigen, dass durch den Zusatz des Bleiessigs das Volum des Saftes um $^1/_{10}$ vergrössert worden ist, der nicht mit Bleiessig vermischte Saft würde daher um $^1/_{10}$ mehr Grade polarisirt haben. Um die Zuckermenge in dem nicht mit Bleiessig vermischten Safte zu finden, hat man die Zahl der beobachteten Grade um $^1/_{10}$ zu vermehren. Die dem Zuckergehalt entsprechende Polarisation würde also $82{,}5 + 8{,}25 = 90{,}75°$ sein. Da bei einem richtig beschaffenen Instrumente jeder Grad der Polarisation einen Zuckergehalt von 0,1635 Grm. in 100 C.C. nachweist, so enthält der Saft $90{,}75 \times 0{,}1635 = 14{,}84$ Grm. Zucker in 100 C.C. Hatte der Saft anfänglich eine so hohe Saccharometeranzeige gegeben, dass man ihn mit 100 C.C. Wasser (und 20 C.C. Bleiessig) hätte versetzen müssen, so würde man bei der Berechnung auf dieselbe Weise verfahren, aber entweder das Endresultat, oder die Zahl der Polarisationsgrade mit 2 zu multipliciren haben.

Wenn in obigem Beispiel der Gehalt von 14,84 Grm. Zucker in 100 C.C. Saft nachgewiesen war, so erübrigt nun noch, diesen Werth auf Gewichtsprocente zu reduciren. Die Saccharometeranzeige des Saftes war 16,6°, dafür findet man das specifische Gewicht nach der Tabelle S. 369, unter Interpolation für die Decimale, zu 1,068221 oder abgerundet zu 1,068. 100 C.C. des Saftes wiegen daher 106,8 · Grm., es sind also in 100 Grm. Saft $\frac{14{,}84 \times 100}{106{,}8} = 13{,}9$ Grm. oder Gewichtsprocente Zucker enthalten.

Die Differenz zwischen der ursprünglichen Saccharometeranzeige und dem gefundenen Gehalt an Zucker bezeichnet man als den Gehalt an Nichtzucker, dieser ist $16{,}6 - 13{,}9 = 2{,}7\%$.

Der Zuckerquotient des Saftes (s. S. 230) würde sein $\frac{13{,}9}{16{,}6} = 0{,}837$.

Es ist S. 230 schon darauf hingewiesen, dass der Gehalt an Nichtzucker durch diese Differenzrechnung nur annähernd, für die meisten praktischen Zwecke aber genügend genau gefunden werden kann. Han-

delt es sich um absolut genaue Bestimmungen, so muss man den Gehalt an Trockensubstanz feststellen. Dazu verdünnt man zunächst 1 Gewichtstheil des Saftes z. B. 100 Grm. mit genau seinem gleichen Gewicht Wasser und filtrirt, um alle suspendirten Theilchen zu entfernen; die Verdünnung geschieht, weil der unverdünnte Saft zu schwierig filtrirt. Den Saft wägt man in einem verschliessbaren Gläschen und giesst davon ca. 20 C.C. in ein vorher gewogenes Schälchen von Platin, Glas oder Porzellan, und wiegt das Gläschen mit dem übrigbleibenden Saft zurück. Die Differenz der Gewichte giebt die Menge des zur Untersuchung verwandten verdünnten Saftes. Die abgewogene Menge verdampft man im Wasserbade zur Trockne, trocknet dann anhaltend bei 100°, bis das Gewicht constant bleibt und wägt den Rückstand. Am besten erreicht man die völlige Austrocknung, wenn man zuletzt das Schälchen in ein grösseres, mit auf 100° erwärmtem Sand gefülltes, Gefäss stellt und es so unter die Glocke der Luftpumpe bringt. Der gefundene procentische Gehalt an Trockensubstanz ist zu verdoppeln, da man verdünnten Saft angewandt hat.

Will man im Safte die Bestimmung der Aschenbestandtheile ausführen, so verfährt man wie oben bei der Untersuchung der Melasse angegeben, nur wird man eine grössere Menge Saft, etwa die 5—10-fache Menge anwenden.

Den Gehalt an Eiweiss oder Proteinstoffen bestimmt man, indem man einen gewogenen Theil des Saftes zur Trockne verdampft, den Trockenrückstand mit Natronkalk mischt, im Verbrennungsrohr glüht und das gebildete Ammoniak in titrirter Schwefelsäure auffängt. Da die Eiweissstoffe durchschnittlich 16% Stickstoff enthalten, so multiplicirt man die gefundene Menge des Stickstoffs mit 6,25, um den Stickstoff auf Eiweiss zu reduciren. Da es sehr schwierig ist, den eingetrockneten Saft aus dem Gefäss herauszubringen, so bedient man sich zweckmässig zum Verdampfen kleiner, aus ganz dünnem Glase geblasener Schälchen, die so leicht sind, dass sie bei einer Capacität von ca. 25 C.C. kaum 0,5 Grm. wiegen; die Schälchen werden nach dem Verdampfen des Saftes mit dem Rückstande in einer Reibschale zerdrückt, um so das ganze ohne Verlust mit dem Natronkalk zu mischen.

Kaffe.

1. Structur der Kaffebohne. 2. Bestandtheile der Kaffebohne. 3. Das Caffein. 4. Das Kaffe-gerbsaure Caffein-Kali. 5. Die Kaffegerbsäure. 6. Die aromatischen Oele des Kaffe's. 7. Eigenschaften verschiedener Kaffesorten. 8. Zusammensetzung der Kaffebohnen. 9. Der Kaffe als menschliche Nahrung.

1. Structur der Kaffebohne.

Die Kaffebohnen sind die durch Schälen des Pericarps beraubten Perisperme oder Endosperme der Frucht des Kaffebaumes (Coffea arabica L., Fam. Rubiaceae). Die hornartige Masse derselben besteht aus aneinander gelagerten, dickwandigen, getüpfelten Zellen. Die Zellwände nehmen bei der Behandlung mit Schwefelsäure und Jod die der Cellulose eigene blaue Farbe an, bei längerer Einwirkung lösen sie sich zu einer schleimigen Flüssigkeit. Die übrigen Theile der Bohne färben sich auf Zusatz von Jod und Schwefelsäure orangegelb. Unter ihnen kann man unterscheiden: 1) Eine mit Fett, stickstoffhaltigen Stoffen und unverbrennlichen Bestandtheilen durchdrungene Cuticula, welche die Oberfläche des Perisperms umhüllt. 2) Schwammige, stickstoffhaltige Substanzen, welche neben ölartigen Stoffen die Epidermiszellen erfüllen. 3) In den innersten Zellen ähnliche, fetthaltige körnige Massen. 4) In den Intercellularräumen dünne, mit Eiweiss imprägnirte Membranen.

2. Bestandtheile der Kaffebohne.

Die eigenthümliche Wirkung, welche der Kaffe beim Genuss auf den menschlichen Organismus ausübt, wird durch mehrere seiner Bestandtheile hervorgebracht, theils durch das Caffein, eine organische, stickstoffhaltige Verbindung, theils durch gewisse ätherische Oele, die hauptsächlich erst beim Rösten oder Brennen der Bohnen sich bilden.

3. Das Caffein.

Das Caffein findet sich in den Bohnen zum geringeren Theile in freiem Zustande, zum grösseren, nach PAYEN's Untersuchungen, in Form eines Salzes, als kaffegerbsaures Kali.

Zur Darstellung des Caffeins trocknet man die Bohnen zunächst

anhaltend bei 100°, wodurch sie eine gewisse Sprödigkeit erlangen und sich dann leichter als im rohen Zustande pulvern lassen. Das Pulver wird so lang mit Aether im Extractionsapparate behandelt, als ein Tropfen des zuletzt abfliessenden Aethers beim Verdunsten auf Papier noch einen Fettfleck hinterlässt. Die ätherische Lösung enthält das Caffein und die Gesammtmenge des Fettes. Man verdunstet den Aether, kocht den Rückstand anhaltend, mit mehrmals erneuten Wassermengen aus und filtrirt die wässrige Lösung des Caffeins von dem ungelöst zurückbleibenden Fette. Die wässrige Lösung wird im Wasserbade zur Trockne verdampft und der Rückstand mit absolutem Alkohol so lange gekocht, als sich darin noch etwas löst. Das Caffein geht in Lösung, während ein geringer, aus fremden Stoffen bestehender Rückstand bleibt. Die alkoholische Caffeinlösung krystallisirt entweder freiwillig beim Erkalten, oder wird vorher durch Verdampfen concentrirt, worauf der grösste Theil des Caffeins sich ausscheidet. Dasselbe wird von der Mutterlauge getrennt und entweder aus Alkohol oder aus Wasser mehrere Male umkrystallisirt, bis das Caffein rein weiss erscheint.

Das Caffein bildet weisse, seidenglänzende Nadeln, in 90—100 Theilen kaltem Wasser löslich, in siedendem Wasser löst es sich viel leichter, in Alkohol und in Aether ist es schwer löslich, es muss daher bei seiner Darstellung eine verhältnissmässig grosse Menge des Lösungsmittels angewandt werden. Die aus der wässrigen Lösung ausgeschiedenen Krystalle enthalten Krystallwasser, welches beim Erhitzen auf 100° vollständig entweicht. Steigert man die Temperatur etwas höher, so verflüchtigt sich ein Theil des Caffeins (Strecker); aus dem dabei eintretenden Gewichtsverlust hat man früher gefolgert, dass das Krystallwasser erst bei höherer Temperatur abgegeben werde. Bei einer Temperatur von 234—235° ist es unzersetzt schmelzbar, siedet bei 384° und lässt sich sublimiren. Bei der Sublimation verdichten sich die Dämpfe zu haarförmigen, federartig vereinigten Nadeln.

Die Zusammensetzung des aus der wässrigen Lösung krystallisirten Caffeins entspricht der Formel:

$$\text{Ѳ}^8H^{10}N^4\text{Ѳ}^2 + H^2\text{Ѳ} \text{ oder: } C^{16}H^{10}N^4O^4 + 2HO,$$

woraus sich für die wasserfreie Verbindung folgende procentische Zusammensetzung ableitet:

Kohlenstoff	49,48,
Wasserstoff	5,15,
Stickstoff	28,86,
Sauerstoff	16,51.

Nach Strecker wird seine Zusammensetzung durch folgende rationelle Formeln ausgedrückt:

$$\left.\begin{matrix} C^2N^2 \\ CO \\ C^3H^4O \\ 2CH^3 \end{matrix}\right\} N^2 \text{ oder: } \left.\begin{matrix} C^2N^2 \\ CN \\ C^3H^4O \\ 2CH^3 \end{matrix}\right\} \begin{matrix} N \\ \\ O^2. \end{matrix}$$

In Säuren ist das Caffein löslich, es geht aber nur mit wenigen Verbindungen ein. Verdampft man die wässrigen Lösungen, so krystallisirt beim Erkalten meist reines Caffein. Beständige Verbindungen bildet das Caffein namentlich mit der Salzsäure, aber auch nur dann, wenn man dasselbe in concentrirter Säure löst, die Flüssigkeit etwas concentrirt und dann krystallisiren lässt; aus verdünnter Säure scheidet sich beim Verdampfen reines Caffein aus. Das salzsaure Salz giebt seinerseits eine Reihe von Doppelsalzen, so z. B. mit Platin-, Gold-, Quecksilberchlorid. Ausserdem vereinigt sich das Caffein mit salpetersaurem Silber, mit Cyanquecksilber. Das sogenannte citronensaure Caffein, welches in der Pharmacie Verwendung findet, ist keine chemische Verbindung, sondern ein Gemisch beider Bestandtheile.

4. Das Kaffegerbsaure Caffein-Kali

oder chlorogensaure-Caffein-Kali, in welcher Form nach Payen die Hauptmenge des Caffeins in den Bohnen enthalten sein soll, erhält man aus den, behufs der Caffein-Gewinnung mit Aether erschöpften Bohnen. Diese werden mit 60 proc. Alkohol vollständig extrahirt, die Lösung wird bis zur Syrupsconsistenz verdampft, der Rückstand mit seinem dreifachen Volum 85 proc. Alkohol vermischt. Die Flüssigkeit theilt sich dabei in zwei Schichten, eine schwere klebrige, darüber schwimmend eine sehr bewegliche, leichte. Die letztere enthält den grössten Theil des Salzes, sie wird abgegossen und der Rückstand von Neuem so lange mit 85-proc. Alkohol geschüttelt, wie noch ein Tropfen der Flüssigkeit, mit wenig Wasser vermischt, auf Zusatz von Ammoniak eine grünliche Färbung annimmt. Die alkoholischen Flüssigkeiten werden destillirt, um den Alkohol wieder zu gewinnen, es verbleibt dabei ein Rückstand von Syrupsconsistenz, den man mit einem Viertel seines Volums 90-proc. Alkohol vermischt. Nach Verlauf von 24—48 Stunden erstarrt das Ganze zu einer krystallinischen Masse, die zuerst mit kaltem 65-proc. Alkohol auf einem Filter gewaschen und dann mehrere Male durch Lösen in siedend heissem Alkohol umkrystallisirt wird, um sie ganz rein zu erhalten. Bei der Darstellung ist die Verbindung sorgfältig vor jeder Berührung mit ammoniakalischen Dämpfen zu schützen, indem man die Lösungen unter Glasglocken neben Schwefelsäuregefässen aufbewahrt, ebenso ist das Wasser, welches zum Verdünnen des Alkohols dient, von jeder Spur von Ammoniak zu befreien, da schon die geringste Menge Ammoniak zersetzend wirkt.

Das Salz hat in hohem Grade elektrische Eigenschaften. Reibt man es, nachdem es bei 100° getrocknet ist, an einem warmen Papier, so hängen die Krystalle sich in grossen Flocken an eine mit ihnen in Berührung gebrachte Messerklinge. Es lässt sich unverändert bis 150° erwärmen; bei 185° schmilzt es, nimmt eine schöne gelbe Färbung an, geräth in's Sieden, schwillt um das fünf- bis sechsfache seines Volumens auf und verwandelt sich in eine poröse, feste, brüchige, gelbe Masse. Bei 230° bräunt es sich und wird dabei zum Theil zersetzt. Die Dämpfe, welche sich bei dieser Temperatur entwickeln, verdichten sich zu Caffeinkrystallen. Bei weiterem Erhitzen wird die Substanz dunkelbraun, verflüssigt sich von Neuem, stösst alkalisch reagirende Dämpfe aus und bläht sich schliesslich so weit auf, dass sie ein zwanzigfach so grosses Volumen einnimmt, wie die ursprünglichen Krystalle. Es bleibt dabei eine sehr leichte, schön irisirende Kohle zurück.

Diese Veränderung des Salzes erklärt die Volumenzunahme, welche man beim Brennen der Kaffebohnen wahrnimmt.

Das Doppelsalz ist in absolutem Alkohol kaum löslich. Aus heissem 95-proc. Alkohol krystallisirt es in strahlenförmig um ein gemeinsames Centrum gruppirten Prismen. In 85-proc. Alkohol ist es löslicher und krystallisirt daraus beim Erkalten in reichlicher Menge. Die Löslichkeit steigert sich in dem Maasse, wie der Alkohol schwächer wird. In Wasser ist es leicht löslich, die heiss gesättigte Lösung erstarrt beim Erkalten breiförmig. Die wässrige Lösung zersetzt sich in Berührung mit der Luft, färbt sich zuerst gelb, dann braungrün.

In Berührung mit Kali gelinde erwärmt färben die Krystalle sich zinnoberroth bis orange, bei stärkerem Erhitzen tritt Schmelzung ein, die Masse wird gelb, stösst ammoniakalische Dämpfe aus, wird braun und zersetzt sich. Beim Erhitzen mit concentrirter Schwefelsäure färben die Krystalle sich intensiv violett, es bildet sich dabei ein bronzeartig glänzendes Häutchen. Concentrirte Salzsäure verhält sich ähnlich. Salpetersäure färbt orangegelb.

Bleizucker giebt in den Lösungen einen flockigen, hellgelbgrünlichen Niederschlag. Basisch essigsaures Blei liefert einen ähnlichen, aber rein gelben Niederschlag. Neutrales salpetersaures Silber verändert die Lösungen nicht, auf Zusatz von ammoniakalischem salpetersaurem Silber tritt bald Trübung ein, es scheidet sich an den Gefässwandungen metallisch glänzendes Silber ab.

Um aus dem Salze das Caffein abzuscheiden, bestimmt man zunächst durch Verbrennung einer Probe die Menge des darin enthaltenen Kali's, welches dabei als kohlensaures Salz zurückbleibt. Das Salz wird dann in wässriger Lösung mit einer dem Kaligehalt entsprechenden

Menge Schwefelsäure vermischt und unter Zusatz von Marmorpulver, um einen etwa angewandten Ueberschuss von Schwefelsäure zu neutralisiren, zur Trockne verdampft. Es bleibt dann ein Gemenge von schwefelsaurem Kali und kaffegerbsaurem Caffein zurück. Das letztere wird mit Alkohol ausgezogen und mit Bleiessig vermischt, wodurch die Säure als unlösliches Bleisalz gefällt wird. Der Niederschlag wird mit heissem Alkohol ausgewaschen; aus der Lösung krystallisirt das Caffein.

5. Kaffegerbsäure.

Die Kaffegerbsäure erhält man aus dem Bleiniederschlage bei der Zersetzung des Doppelsalzes, indem man diesen, nachdem er mit Alkohol und Wasser gewaschen ist, durch Schwefelwasserstoff zersetzt; beim Verdampfen der Lösung scheidet sich die Säure in kleinen unregelmässigen Krystallen ab. Die Krystalle werden durch Waschen mit kaltem, absolutem Alkohol gereinigt. Die weissen Krystalle sind in wasserfreiem Alkohol schwer, leichter in wässrigem, sehr leicht in reinem Wasser löslich. Die heiss gesättigte wässrige Lösung krystallisirt sehr langsam, in mikroskopischen, um gemeinsame Centren büschelförmig gruppirte Prismen, die sich im Verlauf von 3—4 Wochen zu Kügelchen von 1—2 M.M. Durchmesser vereinen.

Die Lösung der Säure reagirt stark sauer.

Die krystallisirte Säure schmilzt beim Erwärmen, färbt sich gelb, siedet, lässt schliesslich eine leichte lockere, glänzende Kohle zurück, kurz, verhält sich im Wesentlichen wie das oben beschriebene Doppelsalz.

Die Zusammensetzung der Kaffegerbsäure entspricht der Formel:

$$C^{14}H^{8}O^{7} \text{ oder } C^{14}H^{16}O^{7}.$$

Die Analyse ergab folgende Werthe für die Kaffegerbsäure:

		Berechnet
Kohlenstoff	56,0 Proc.	56,75 Proc.
Wasserstoff	5,6 „	5,41 „
Sauerstoff	38,4 „	37,84 „

6. Die aromatischen Oele des Kaffe's.

Wenngleich den aromatischen Bestandtheilen unserer Nahrungsmittel nicht ein beträchtlicher Nährwerth zugeschrieben werden kann, so sind dieselben doch für die Ernährung von einer gewissen Bedeutung, insofern als sie bestimmte Wirkungen auf das Nervensystem hervorbringen, die dann wieder die Ernährungsvorgänge unterstützen. Zu diesen aromatischen Stoffen gehören die flüchtigen Oele, die theils

in der Kaffebohne fertig gebildet enthalten sind, theils durch gelindes Rösten gebildet werden.

Das Aroma des Kaffe's lässt sich durch Destillation isoliren, es tritt jedoch in so geringer Menge auf, dass ein näheres Studium desselben bis jetzt nicht möglich gewesen ist. Man stellt einen Kaffeaufguss dar, indem man durch 100 Grm. mässig gerösteter und gröblich gemahlener Bohnen einen Liter siedend heissen Wassers filtrirt und denselben der Destillation unterwirft. Man bewirkt die Condensation der Dämpfe dadurch, dass man sie in vier, durch gebogene Röhren untereinander verbundene Vorlagen leitet. Nach einer etwa zwei Stunden lang fortgesetzten Destillation besitzt die ursprüngliche Flüssigkeit nichts mehr von ihrem eigenthümlichen Aroma. Die erste Vorlage, deren Temperatur durch den frei einströmenden Dampf sich allmälig auf etwa 90° erhöhet, enthält ein wässriges, schwach gelblich gefärbtes Destillat, auf welchem eine geringe Menge einer weissen starren Substanz schwimmt; sein Volum beträgt etwa $^{1}/_{10}$ von dem des angewandten Infusums. Diese Flüssigkeit zeigt nichts von dem angenehm aromatischen Geruch des Stoffes. Erhält man die mit der ersten verbundene zweite Vorlage auf einer Temperatur von 25—30°, so findet man in dieser ein Destillat, im Verhältniss von circa 1 Proc. der Destillationsflüssigkeit. Dieses ist wasserhell, ebenfalls mit geringen Mengen von fester Substanz vermischt. Diese Flüssigkeit hat einen sehr aromatischen, dem des Kaffe's ähnlichen Geruch, es genügt ein einziger Tropfen derselben, um einer Tasse Milch oder einer anderen Flüssigkeit den charakteristischen Geruch des Stoffes zu ertheilen. Die feste Substanz, welche in der Flüssigkeit schwimmt, ist, nachdem sie mit Wasser gewaschen ist, geruchlos. Das eigentlich riechende Princip des Stoffes ist daher in Wasser löslich.

Wenn man bei der Destillation die dritte und vierte Vorlage bis auf einige Grade unter den Gefrierpunkt abkühlt, so findet man in der dritten einige Tropfen eines Destillates, dessen Geruch theils an Kaffe, theils an die Kohlenwasserstoffe erinnert, welche sich bei der trockenen Destillation vegetabilischer Substanzen bilden. Der letztere Geruch tritt namentlich rein in der vierten Vorlage auf, deren Wandungen einen geringen Beschlag zeigen. Endlich geben diese Producte ihre Anwesenheit deutlich an der aus dieser letzten Vorlage entweichenden Luft zu erkennen. Diese empyreumatischen Substanzen treten in um so grösserer Menge auf, je stärker die Bohnen gebrannt waren.

Durch solche fractionirte Destillation kann man daher die aromatischen Stoffe des Kaffe's so concentriren, dass fast die ganze Menge derselben in einem sehr kleinen Volumen von Flüssigkeit enthalten ist.

.us dieser Lösung lassen sich zwei verschiedene ätherische Oele ab-
:heiden. Man übergiesst das aromatische Destillat mit einem Fünftel
:ines Volumens Aether, schüttelt kräftig um, hebt die ätherische Lö-
ung mit einer Pipette von der darunter befindlichen wässrigen Schicht
› und wiederholt dieselbe Behandlung mit Aether viermal. Beim
erdunsten des Aethers bleibt ein dunkelgelb gefärbtes Oel zurück,
elches den fast allen Kaffesorten eigenthümlichen Geruch zeigt. Aus
m Aufguss von 100 Grm. Mokka-Kaffe erhielt PAYEN 0,01 Grm.
eses Oeles. Es besteht selbst wieder aus zwei verschiedenen Sub-
anzen, von denen die eine, weniger flüchtig und weniger flüssig als
e andere, aus der Veränderung der am angenehmsten riechenden
ibstanz hervorzugehen scheint. In dem mit Aether geschüttelten
'asser bleibt eine ätherische Lösung der zweiten Substanz, welche
n angenehmsten, aromatischen Geruch besitzt. Sie findet sich in
össter Menge in den feinsten Kaffesorten, die geringeren enthalten
hr wenig davon. Man kann dieses Oel gewinnen, indem man die
ssrige Lösung in einem mit drei Vorlagen versehenen Apparate
stillirt, in die ersten beiden Vorlagen bringt man Stückchen von
hlorcalcium, die dritte erhält man auf einer Temperatur von 20° und
gt in ihren aufwärts gerichteten Tubulus eine mit Chlorcalcium ge-
llte Röhre. Die Wasserdämpfe werden zum Theil in der ersten und
eiten Vorlage durch das Chlorcalcium zurückgehalten, die endlich
s der dritten noch entweichen. Die Wasserdämpfe bringen das Chlor-
lcium in dem Rohre zum Zerfliessen und man hat dann nach beendig-
r Destillation fast die Gesammtmenge des ätherischen Oeles in der
itten Vorlage, auf einer concentrirten Chlorcalciumlösung schwim-
end, der es durch Aether entzogen werden kann. Die Ausbeute an
esem Oel beträgt höchstens 0,0002 vom Gewicht des Kaffe's. Sein
ruch ist so intensiv, dass ein einziger Tropfen genügt um der Atmo-
häre eines Zimmers einen starken Kaffegeruch zu ertheilen. Die
omatischen Stoffe werden beim Rösten der Bohnen gebildet und zwar
s Bestandtheilen, die sich mit kaltem Wasser nur von rohen Bohnen
sziehen lassen. Verdampft man ein solches wässriges Extract und
hitzt es bis es braun wird, so nimmt dieses das eigenthümliche
oma des Kaffe's an, während der in Wasser unlösliche Rückstand
chts gleiches mehr zeigt, sondern beim Erhitzen nur einen dem ge-
östeten Brote ähnlichen Geruch giebt.

7. Eigenschaften verschiedener Kaffesorten.

Die verschiedenen Qualitäten der im Handel vorkommenden Kaffe-
rten sind zum grossen Theil auf die angebauten Varietäten der

Pflanze zurückzuführen, ausserdem aber auch auf die Beschaffenheit des Bodens, seine Lage, die grössere oder geringere Sorge, welche beim Anbau, bei der Pflege der Pflanzen und bei der Ernte angewandt wird. Es wäre jedenfalls von hoher Wichtigkeit für den Kaffebau, wenn die verschiedenen Einflüsse, welche unter solchen Umständen ausgeübt werden, genauer festgestellt werden könnten.

Payen hat die Verschiedenheiten zweier Kaffesorten des Handels, über deren Ursprung kein Zweifel sein konnte, näher untersucht und zwar die des Kaffe's von Martinique und die des Mokka-Kaffe's.

Die Martinique-Bohnen bilden gewöhnlich grosse grünliche Körner mit eingedrückter Fläche; einzelne Körner haben eine elliptische Form, diese kommen von Früchten bei denen eines der Eichen nicht befruchtet worden ist; noch seltener kommen Körner von etwas eckiger Form vor, welches dadurch herbeigeführt wird, dass in derselben Frucht drei befruchtete Eierchen enthalten sind, die beim Wachsen sich gegenseitig gedrückt haben.

Der Mokka-Kaffe unterscheidet sich von dem vorigen dadurch, dass die Bohnen eine gelblich graue Farbe haben, dass sie kleiner als jene sind, dass ihre Gestalt unregelmässiger ist. Durch die Entwicklung von zwei Bohnen in einer Frucht, ist die eine Seite fast regelmässig abgeplattet, nur einzelne Körner sind abgerundet, wenn ein Eichen nicht befruchtet worden ist.

Verschiedene Eigenthümlichkeiten unterscheiden den Mokka-Kaffe von allen übrigen Sorten. Er ist reicher an Fett als alle anderen Kaffe's, sein Fettgehalt beträgt 13 Proc. vom Gewicht der Bohnen. Das Fett hat eine gelbliche Farbe, es ist weicher als bei anderen Sorten. Payen fand darin zwei Fettarten von verschiedenem Schmelzpunkt. Das Fett hält die aromatischen Bestandtheile mit grosser Energie zurück; letztere finden sich im Mokka-Kaffe in grösserer Menge als in anderen Sorten.

Das Fett des Martinique-Kaffe's hat, nachdem es mit Wasser zur Entfernung des Caffein's erschöpft ist, eine dunklere Farbe, ist consistenter; man kann daraus vier verschiedene Fette abscheiden, deren Schmelzpunkte annähernd bei 5°, 20°, 50° und 90° liegen. Die letztere Partie ist dem Wachs der Blätter sehr ähnlich.

Das Vorkommen der wachsähnlichen Substanz und die grünliche Farbe hängen wahrscheinlich von dem Zeitpunkt ab, bei welchem die Ernte und die Entschälung vorgenommen ist. Entfernt man das Fruchtfleisch, so lange es mit Saft erfüllt ist, so wird der der Luft ausgesetzte Perisperm durch die Einwirkung des Sauerstoffs verändert werden. Die Kaffegerbsäure wird sich dabei grün färben, die Fettsub-

tanzen werden sich verändern, die löslichen Stoffe, welche das Aroma iefern, können sich zersetzen, die aromatischen Materien sich verflüchigen. Es würde daher gewiss zweckmässig sein und verbessernd auf eringe Qualitäten wirken, wenn man die Früchte möglichst reifen esse, ehe man sie erntet und schält.

8. Zusammensetzung der Kaffebohnen.

Die Kaffebohnen zeigen durchschnittlich folgende Zusammensetzung:

Cellulose	34	Proc.
Feuchtigkeit	12	„
Fett	10—13	„
Traubenzucker, Dextrin und unbestimmte organische Säure	15,5	„
Legumin, Casein (Glutin?)	10	„
Kaffegerbsaures Caffein-Kali	3,5—5,0	„
Stickstoffhaltige Substanz	3	„
Freies Caffein	0,8	„
Festes ätherisches Oel, unlöslich in Wasser	0,001	„
Zwei verschiedene aromatische, in Wasser lösliche Oele	0,002	„
Mineralische Bestandtheile	6,697	„

9. Der Kaffe als menschliche Nahrung.

Wenngleich wir den Kaffe täglich in unserer Nahrung geniessen nd wenngleich der Gebrauch desselben in allen Erdtheilen ein so allemeiner ist, dass man denselben als ein unentbehrliches Nahrungsmittel ewöhnlich betrachtet, so ist der Kaffe doch als eigentlicher Nährstoff gut wie bedeutungslos und es stehen die Effecte, welche man nach em Genuss desselben wahrnimmt in keinem Verhältniss zu der Menge on Nährmaterial das durch den Kaffe in den Körper gebracht wird.

Den mittleren Consum an Kaffe in wohlhabenderen Familien wird an täglich auf die erwachsene Person zu etwa 20 Grm. rohe Bohnen eranschlagen können. Da der Kaffe beim Brennen durchschnittlich 5 Proc. an Gewicht verliert (etwas mehr oder weniger je nach dem ariirenden Feuchtigkeitsgehalt und je nach dem stärker oder schwäher gebrannt wird), so reducirt sich obiges Quantum auf 17 Grm. ls Mittel zahlreicher Untersuchungen kann man annehmen, dass 100 rm. gebrannter Kaffe 20 Grm. lösliche Bestandtheile an das fertige etränk abgeben. Von obigen 17 Grm. würde daher der erwachsene lensch 3,4 Grm. Substanz überhaupt geniessen, also ein Quantum, elches gegen die übrige Nahrung verschwindend klein ist. Wenn wir

den stickstoffhaltigen Bestandtheilen unserer Nahrungsmittel den höchsten Werth beilegen müssen, so ist das Quantum von Stickstoff, welches der Mensch im Kaffe zu sich nimmt, noch verhältnissmässig geringer als die Masse des Extractes. Der Extract von 100 Grm. gebranntem Kaffe enthält nach PAYEN 0,72 Grm., nach VOIT 0,68 Grm., im Mittel also 0,7 Grm. Stickstoff. In 17 Grm. gebranntem Kaffe kommt daher auf die tägliche Ration 0,119 Grm. Stickstoff, also wieder eine Menge die vollkommen bedeutungslos ist. Dabei ist noch zu berücksichtigen, dass der Stickstoff des Kaffeeextractes jedenfalls nur bei weiten kleineren Theile in Form der allein zur Ernährung tauglichen Eiweissstoffe, sondern zum grösseren Theile in Form von Caffein darin enthalten ist, von dem wir mit aller Sicherheit behaupten können, dass dasselbe im Organismus sich diametral verschieden von dem Eiweiss verhalte.

Um die Wirkung des Kaffe's zu erklären, nahm man früher an, derselbe könne eine Ersparung an anderer Nahrung bewirken, dadurch, dass er den Stoffumsatz im Körper verlangsame, dass beim Genusse des Kaffe's die eiweisshaltigen Bestandtheile des Körpers, der Muskel, Nerv etc. einer geringeren Abnutzung unterliegen, dass also der Kaffetrinker weniger Nahrung zu sich zu nehmen brauche, um die der Zersetzung anheimfallenden Bestandtheile zu ergänzen. Dies ist nach den Untersuchungen von VOIT völlig irrig. Der Stoffumsatz der Eiweissstoffe im Körper wird auf keine Weise durch das Kaffetrinken beeinflusst.

Es ist vielmehr der Einfluss des Kaffe's auf das in ihm enthaltene Caffein zurückzuführen. Dasselbe wirkt in reinem Zustand als Gift, aber wie alle Gifte mehr oder weniger energisch, je nach der genossenen Menge. In kleinen Dosen wirkt es anregend, die Phantasie belebend, in grösseren Mengen bringt es Wallungen des Blutes, Schwindel, Kopfschmerzen, Ohrensausen hervor, nach noch grösseren Gaben stellen sich Delirien, Krämpfe ein. Thiere sind damit vergiftet worden unter ganz ähnlichen Erscheinungen wie man sie beim Strychnin beobachtet. Es ist daher dem Caffein eine lebhafte Wirkung auf das Nerven- und Blutgefässsystem eigen.

Einer derartigen Einwirkung auf das Nervensystem scheint der Mensch nicht entbehren zu können. Wir sehen wie eine ganze Reihe von verschiedenen Stoffen dieserhalb genossen werden, der Wein, der Branntwein, der Tabak in seinen verschiedenen Formen, der dem Kaffe gleiche Thee, die Fleischbrühe, das Opium, der Haschisch, jede Nation ohne Ausnahme hat ein derartiges Genussmittel, welches die Ernährung nicht direct vollzieht, aber auf die ganzen Zustände des Körpers von

grösstem Einfluss ist. Zu diesen Genussmitteln ist der Kaffe in erster Linie zu rechnen.

Durch den Kaffe wird, wie Voit sich so richtig ausdrückt, das Nervensystem in eine Erregung und leichtere Erregbarkeit versetzt; die gleiche erregende Ursache zieht daher stärkere Erfolge nach sich, oder es bedarf einer kleineren Anregung, um den gleichen Effect zu erzielen. Es erfrischt daher auf diese Weise den ermüdeten Körper von neuem, indem er die Abspannung desselben weniger fühlbar und ihn so zu fortgesetzter Arbeit tauglich macht. Er belebt aber auch den Geist und verscheucht so den Schlaf, macht zum Denken geneigt, schärft den Verstand und weckt die Phantasie. Indem der Kaffe auf die Blutbewegung und die von ihr abhängigen Processe von Einfluss ist, kann er vielleicht dadurch fehlende körperliche Bewegung, Muskelanstrengung und die freie Luft in etwas ersetzen. Er beschleunigt auch die peristaltische Bewegung des Darms und befreit letzteren schneller von den Ingestis; zugleich macht er die Beschwerden einer allzureichen Mahlzeit weniger fühlbar. Die Gesammtstimmung des Individuums wird durch den Kaffe eine andere, man fühlt sich wohl und aufgeheitert, d. h. das Gemeingefühl durch den jeweiligen Zustand der Nerven veranlasst, ist ein ungestörtes. Man muss sich erinnern, wie sehr es auf den Zustand, in dem die Nerven sich eben befinden, ankommt, wie wir ein uns entgegentretendes Hinderniss, oder ein uns treffendes Ereigniss eben auffassen. Die gleiche Arbeit geht uns manchmal leicht, manchmal schwer, wie wir gerade aufgelegt sind; dies sogenannte Aufgelegtsein hängt vom Zustand unseres Nervensystems ab. Es kann Stimmungen geben, in denen uns das Geringste verdriesst, worüber wir sonst lachen würden, oder was wir in anderer Lage ruhig an uns vorübergehen liessen; wir fühlen uns gewiss glücklicher in letzteren Fällen als in ersteren. Das Gefühl des Hungerns kommt von irgend einer Veränderung in unseren Nerven her; es wird der übrige Körper durch das Hungern wohl schwach, der Schmerz dabei wird aber durch die Nerven vermittelt, und während der Körper vermöge des Bestandes seiner Materie wohl noch weiter zu vegetiren vermöchte, ist das Hungergefühl schon zum qualvollsten und unerträglichsten geworden. Ein Irrer oder Kranker kann 2—3 Wochen leben ohne Nahrung zu sich zu nehmen und ohne Hunger zu fühlen, ein Gesunder würde wahnsinnig vor Hunger geworden sein. Wir sind also in unseren Freuden und Leiden ausserordentlich von der Stimmung unserer Nerven abhängig und auf diese sind unsere Genussmittel wie Kaffe, Thee, Tabak, Alkohol, Opium etc. von Einfluss; wegen dieses Einflusses werden die Genussmittel gebraucht.

Der Kaffe bewirkt, dass wir unangenehme Zustände weniger bemerken, oder uns darüber hinwegsetzen und dass wir befähigter werden Schwierigkeiten zu überwinden; er wird somit für den prassenden Reichen zum Mittel die Arbeit des Darms nach der Mahlzeit weniger fühlbar zu machen und die tödtliche Langeweile zu vertreiben, für den Gelehrten ihn bei anhaltenden Studien wach und frisch zu erhalten, für den Arbeiter die Mühen des Tages mit leichterem Sinn zu ertragen.

Bier.

1. Geschichtliches.

Das Bier war schon den Egyptern bekannt und von diesen haben die Griechen mit Wahrscheinlichkeit die Kunst des Bierbrauens erlernt. Bei den Römern, welchen das Bier durch die Gallier bekannt wurde, nannte man es, ebenso wie bei dieser letzteren Völkerschaft, cerevisia. In Deutschland wird schon seit vielen Jahrhunderten Bier gebraut, schon Tacitus berichtet darüber. Während jedoch in der ersten Zeit dadurch, dass die nöthige Menge Gerstensaft in jedem Haus bereitet wurde, die ganze Biertechnik auf einer verhältnissmässig niedrigen Stufe der Vollkommenheit stehen blieb, erlangte dieselbe einen bedeutend erhöhten Grad der Ausbildung, als man anfing in den Klöstern das Bier in grösserem Massstabe zu brauen. Hier machte man auch zuerst den Unterschied zwischen einfachem und Doppel-Bier, von welchen ersteres Convent-, letzteres Pater-Bier genannt wurde. Die Anwendung des Hopfens datirt aus dem 9. Jahrhundert; die Bereitung des Weissbiers, welches zuerst in Nürnberg gebraut wurde, aus dem Jahre 1541. Ale und Porter wurden erst im 18. Jahrhundert gebraut.

2. Rohmaterialien.

Als Hauptmaterial zur Darstellung des Biers dient gewöhnlich eine Getreideart, in Deutschland vorzüglich die Gerste, in England vielfach der Weizen. Nur selten werden Hafer, Mais, Kartoffeln, Reis oder Stärke verwendet.

Gerste. Die Getreidekörner müssen reif, gesund und ganz unverdorben sein, was sich zum Theil durch die äusseren Eigenschaften zeigt. Bei der Gerste sollen die einzelnen Körner eine gleichmässige, hellgelbe Farbe auch an den Spitzen haben, sie sollen voll, bauchig, reif, im Innern ganz weiss und mehlreich und rein von Geruch sein, sie dürfen keine fremden und keine tauben Samen enthalten; besonders

müssen sie schwer sein (1 Hectoliter wiegt 64—67 Kilogramm), und daher im Wasser zu Boden sinken, sie müssen von gleichem Alter und auf gleichem Boden gewachsen sein, damit sie gleichmässig keimen. Dies erkennt man durch einen Versuch, indem man sie in einer flachen Schüssel auf eine 3—4 Millimeter hohe Wasserschicht legt und sie dann, ohne dass sie austrocknen, bei einer Temperatur von 25 bis 30° liegen lässt. Bei guter Gerste müssen alle Körner, auch ziemlich gleichzeitig keimen.

Der Weizen muss ähnliche Eigenschaften haben wie die Gerste.

Man hat bei dem einzelnen Getreidekorn zwischen Hülse und mehligem Kern zu unterscheiden. Von diesen beiden Theilen ist es nur der letztere, der für den Brauprocess in Betracht kommt, während der Brauer den ersteren, die Hülse, wegen einiger leicht zersetzlichen Substanzen, die dem Biere einen unangenehmen Geruch und Geschmack ertheilen, zu entfernen sucht.

In dem mehligen Kern, welcher aus concentrischen, nach aussen immer dichter werdenden Ringen gebildet ist, sind die Hauptbestandtheile Stärkemehl und Kleber; ausserdem sind auch in geringer Menge Eiweiss, fettes Oel und Aschenbestandtheile vertreten. Da das Stärkemehl der für den Brauprocess wichtigste Bestandtheil der Getreidekörner ist, seien in Folgendem kurz die darauf Bezug habenden Eigenschaften des Stärkmehls hervorgehoben. Dasselbe bildet mit Wasser erhitzt einen Kleister, der seinerseits bei Gegenwart sich zersetzender stickstoffhaltiger Substanzen leicht in Milchsäure übergeht, mit Gerbsäure dagegen eine in Wasser unlösliche Verbindung bildet, welche sich leicht zu Boden setzt. Wird das Stärkemehl geröstet, so bildet es in Wasser löslichen Röstgummi, der einen Hauptbestandtheil des Biers bildet, sowie brenzliche Producte, die wesentlich seinen Geschmack bedingen. Die aus dem Kleber beim Malzen sich bildende Diastase wandelt das Stärkemehl, am besten bei einer Temperatur von 60 bis 75° C. in Dextrin und Zucker um, welche ihrerseits bei der Gährung Alkohol und Kohlensäure liefern.

In Frankreich verwendet man schon seit längerer Zeit als weiteren Zusatz in der Brauerei Zucker: Rohzucker, Melasse oder Traubenzucker. Ein solcher Zusatz ist meistens öconomisch vortheilhaft, weil ein Theil Getreide dadurch gespart und zugleich die Arbeit erleichtert wird. Ueberdiess wird das Bier dadurch haltbar, weil, wenn weniger Gerste, auch weniger Stickstoffverbindungen zum Bier kommen, Verbindungen, welche seine leichte Zersetzbarkeit bedingen. Diese zuckerreichen Biere schmecken aber weniger angenehm, als diejenigen, welche mehr Dextrin enthalten, desshalb erscheint es zweckmässiger, beim

Brauen dem Getreide eine stärkemehlhaltende Substanz zuzusetzen. So soll es z. B. vortheilhaft sein, einen Kartoffel- oder Stärkemehlzusatz zu geben. Da jedoch der Oelgehalt der Kartoffeln dem Biere leicht einen fremdartigen Geschmack ertheilen könnte, soll es nach FEHLING sich empfehlen, die Kartoffeln durch Zusatz von etwas Soda zuerst zu reinigen.

Auch in England ist man in neuerer Zeit zu derartigen Surrogaten für das Malz übergegangen.

Hopfen. Das Bier erhält seinen eigenthümlich aromatischen Geruch zum grossen Theil durch den Hopfen, die weiblichen unbefruchteten Blüthen der Hopfenpflanze. Die Dolden dieser Pflanze, der eigentliche Hopfen der Bierbrauer, enthalten zwischen den Bracteen an der Basis eine eigenthümliche körnige und klebrige Masse, Hopfenmehl oder Lupulin, welche mit den Doldenblättchen die wesentlichen Bestandtheile des Hopfens zum Zweck der Bierbereitung enthält. Da die wilden Hopfen diese Bestandtheile nur in sehr geringer Menge produciren, werden nur die zu diesem Zweck angepflanzten zahmen Hopfen verwendet.

Nach WIMMER (I und II) und nach RAUTERT (III)* enthalten 100 Theile:

	I. Dolden-blätter:	II. Hopfen-mehl:	III. Ellinger Stadthopfen:
Hopfenöl	0	0,12	0,50
Harz	2,60	2,91	15,90
Eigenthüml. Bitterstoff	4,68	3,01	nicht bestimmt.
Gerbsäure	1,61	0,63	3,02
Gummi	5,83	1,26	11,10
Cellulose	63,95	8,99	48,33
In Wasser lösl. Extract	12,12	4,92	6,40

Den aromatischen Geruch und Geschmack verdankt das Bier wesentlich dem Hopfenöl, während das in den Dolden enthaltene bittere Harz, welches in Folge seiner Löslichkeit in Alkohol in das Bier gelangt, demselben nicht selten einen unangenehmen bittern Geschmack ertheilt. Der in obiger Analyse angeführte eigenthümliche Bitterstoff ist in Wasser löslich, gelangt also ebenfalls in das Bier, welchem er einen Theil seiner Bitterkeit, aber auch grössere Haltbarkeit verleiht, sowie dasselbe der Gesundheit zuträglicher macht. Der Gerbsäuregehalt der Hopfen ist insofern von Wichtigkeit, als durch denselben eine raschere

* Die Hopfen der Analyse III sind jedenfalls stärker getrocknet als die von I und II.

Klärung der Bierwürze bedingt ist. Die Gerbsäure bildet mit dem Kleister und leimartigen Stoffen, die in der Würze enthalten sind, unlösliche Verbindungen, die sich leicht zu Boden setzen.

Der Gehalt des Hopfens an wirksamen Bestandtheilen ist sehr verschieden nach Cultur, Jahrgang, Boden u. s. w. Einzelne Orte und Gegenden sind besonders berühmt wegen ihres vorzüglichen Hopfens, so Saatz und Pilsen in Böhmen, Nürnberg, Spalt in Bayern, Schwetzingen und Mannheim in Baden, Braunschweig, Thüringen, Kent und Nottingham in England.

Die Güte des Hopfens lässt sich zum Theil aus seinen äusseren Eigenschaften erkennen: er muss aus grossen reinen Dolden, die nicht mit Blättern und Ranken untermengt sind, bestehen, entweder hellröthlich oder grünlichgelb sein; ist er überreif so sind die Blüthen roth, unreif sind sie ganz grün; er muss reichlich Hopfenmehl enthalten, dieses soll schwefelgelb aber nicht braun sein, wie z. B. bei altem Hopfen; zwischen den Fingern oder auf der Hand gerieben muss er einen harzigen klebrigen Fleck und den starken angenehmen und reinen Hopfengeruch zeigen. Samenhaltende Knospen sind weniger gut, auch sollen sie nicht älter als ein Jahr sein, weil der alte Hopfen rasch an wirksamen Bestandtheilen verliert und sogar dem Biere dadurch, dass das Hopfenöl ranzig wird, einen unangenehmen Geschmack und Geruch ertheilen kann. Man kann alten Hopfen daran erkennen, dass die Samenkörner beim Zerreissen der Dolden abfallen, während sie bei frischem Hopfen sitzen bleiben.

Sehr wesentlich in Bezug auf die Güte der zu erzielenden Waare ist es, dass die Ernte der Hopfen in richtiger Weise ausgeführt werde. So ist darauf zu sehen, dass die Witterung während derselben trocken sei und dass eine Auswahl der reifen aus den noch nicht reifen Stauden stattfinde, welch' letztere man dann noch bis zu ihrer Reife stehen lässt.

Auch auf das Trocknen der Hopfen ist die grösste Sorgfalt zu verwenden; sie müssen rasch und vollständig getrocknet werden. Es geschieht dies entweder auf grossen, luftigen Bodenräumen oder in eigenen Trockenvorrichtungen, von welchen die Hohenheimer Hopfendarre die meisten Vortheile darbietet. Dieselbe besteht aus einer grossen geneigten Darrfläche, welche aus einzelnen mit grober Sackleinwand überzogenen Hürden gebildet ist, welch' letztere ihrerseits auf einem flachen Kasten liegen, unter den mittelst eines Ventilators warme Luft getrieben wird. Letztere durchdringt die Hürden, auf welchen der Hopfen ausgebreitet wird und bewirkt eine rasche Trocknung. Zum Zweck des Umwendens der Hopfen legt man auf eine ge-

füllte Hürde eine leere, dreht die beiden so um, dass die obere nach unten zu liegen kommt und nimmt die nun oben liegende Hürde ab.

Ebenso grosse Sorgfalt muss auf die Aufbewahrung des Hopfens verwendet werden. Die gewöhnliche Art der Aufbewahrung des Hopfens auf Böden ist zu verwerfen, weil hier die Luft und Feuchtigkeit den Hopfen am schnellsten verändern. Um den Luftzutritt möglichst zu erschweren, soll man den hinreichend trocknen Hopfen recht fest zusammengepresst aufbewahren. Oft begnügt man sich damit, ihn mit Füssen in Säcke einzustampfen, dieses Zusammendrücken ist aber ungenügend. In England und Nordamerika wendet man hydraulische Pressen an, um den Hopfen in festgenähte Säcke einzupressen; er klebt dann in Folge seiner harzigen Bestandtheile selbst etwas zusammen und hält sich auf diese Weise verpackt so gut, dass selbst zwei- bis dreijährige Waare noch ein ganz frisches Aussehen hat. Noch vollständiger soll sich der Hopfen halten, wenn man die Säcke mit Papier überklebt.

Dem schlechten Aussehen zu alten Hopfens kann häufig durch Schwefeln aufgeholfen werden. Mittelst der Probe von Wagner kann jedoch die schweflige Säure leicht nachgewiesen werden. Man bringt zu diesem Zwecke ein geringe Menge der betreffenden Hopfen mit Zink- und Salzsäure in ein Kölbchen und leitet das sich entwickelnde Gas in eine alkalisch gemachte äusserst verdünnte Lösung von Nitroprussidnatrium. Der durch die Einwirkung des nascirenden Wasserstoffs gebildete Schwefelwasserstoff färbt eventuell die Nitroprussidlösung schön violett. Uebrigens ist Anwesenheit von schwefliger Säure im Hopfen nicht immer ein Beweis zu grossen Alters, indem häufig, namentlich in England, auch frischer Hopfen, um ihn zu conserviren, geschwefelt wird.

Nach Brainard conservirt man den Hopfen sehr gut durch Aufbewahrung in Räumen, welche bei einer durchschnittlichen, möglichst wenig variirenden Temperatur von + 10° dem Licht und dem Luftwechsel möglichst wenig ausgesetzt sind. Zu diesem Zweck wird der trockne Hopfen in vollständig trockne Säcke verpackt und in einer Hopfenkammer aufgespeichert, die auf der Mitternachtseite eines Gebäudes liegt, aus wasserdichtem Material aufgebaut ist und vollkommen dicht verschlossen werden kann. Dieselbe ist von einer zweiten Wand umschlossen, der Raum zwischen den beiden Wänden steht mit dem Eishause in Verbindung, so dass durch die kalte Luftschicht die Temperatur im Innern der Hopfenkammer immer niedrig bleibt. Der Hopfen soll sich in solchen Räumen Jahre lang ohne jede Veränderung conserviren lassen.

Ebenso hält sich der Hopfen nach SCHAAR unverändert, wenn man ihn in einem verpichten Fass in Eis vergräbt.

Man hat auch vorgeschlagen, den Hopfen durch Auskochen in Destillationsapparaten zu extrahiren, dabei das ätherische Oel im Destillat gesondert aufzufangen und dieses wie auch das im Destillationsapparat zurückbleibende eingedickte Extract aufzubewahren, um dann später dem Bier von dem Extract wie von dem Oel zuzusetzen. Abgesehen davon, dass bei der Bereitung dieses Extractes Veränderungen der wesentlichen Bestandtheile eintreten, die dem Product ganz anderen Geruch und Geschmack ertheilen, wird es schon desshalb nicht empfehlenswerth sein, diese Methode einzuführen, weil dadurch der Beimengung schädlicher Bestandtheile wie Quassia, Pikrinsäure, betäubender Stoffe wie Belladonna (Atropin), Strychnin etc. noch mehr Vorschub geleistet wird.

Wasser. Es ist durchaus nicht gleichgültig, welche Art von Wasser in den Brauereien verwendet wird, indem die Natur der in jedem natürlichen Wasser enthaltenen Beimengungen auf die Güte des Biers unbedingt von Einfluss ist.

Regenwasser eignet sich aus dem Grund nur zum Einweichen des Getreides, weil es die in der Luft schwebenden organischen Stoffe enthält, welche ein zu leichtes Faulen desselben bedingen. Filtrirtes Regenwasser, welches von diesen Verunreinigungen befreit ist, eignet sich dagegen sehr gut zum Bierbrauen.

Von den Quell- und Brunnenwässern eignen sich vorzüglich nur die weichen, d. h. diejenigen, welche wenig Kalksalze enthalten. Man kann ein hartes Wasser in ein einigermassen weiches verwandeln, wenn man es in grossen Behältern längere Zeit an der Luft stehen lässt. Ein derartig zubereitetes Wasser ist ebenfalls brauchbar.

Flusswasser, welches als ein weiches Wasser im Allgemeinen zum Bierbrauen geeignet wäre, hat den Nachtheil, dass es durch darin suspendirte organische und unorganische erdige Bestandtheile trüb ist. Doch auch hier kann durch eine geeignete Filtration durch Kies, Sand und Kohle abgeholfen werden.

Nach SIEMENS muss ein zum Bierbrauen geeignetes Wasser folgende Eigenschaften haben: es muss rein und klar sein, es darf keinen Geruch und keinen harten Geschmack besitzen, darf durch Seifenwasser nicht getrübt werden und beim Kochen keinen merklichen Niederschlag absetzen; Hülsenfrüchte, wie Erbsen und Linsen, müssen sich schnell darin weich kochen, auch darf es bei längerer Aufbewahrung, namentlich in der Wärme, keinen Geruch annehmen.

Die Hefe gehört ebenfalls zu denjenigen Materialien, welche zur

Ausführung des Brauprocesses nothwendig sind. Sie wird mit der Gährung den Inhalt des folgenden Capitels bilden.

3. Gährung, Hefe.

Die Gährung ist ein chemischer Prozess, welcher durch Berührung gewisser organischer Stoffe mit anderen stickstoffhaltigen organischen oder organisirten Stoffen hervorgerufen wird, ohne dass letztere an diesem Prozess wesentlich theilnehmen. Es gehört demnach die Gährung einstweilen noch zu denjenigen Prozessen, welche auf der sogenannten Contactwirkung beruhen.

Die betreffende Zersetzung kann ein Spaltungsprozess sein, wie z. B. bei der weingeistigen (Zucker spaltet sich u. A. in Alkohol und Kohlensäure) oder milchsauren (Zucker zerfällt in 2 Moleküle Milchsäure) Gährung, sie kann aber auch als Additionsprozess — wie z. B. bei der Bildung von Zucker aus Stärke mittelst Diastase — oder endlich als Spaltungs- und Additionsprozess zu gleicher Zeit verlaufen, wie bei der Essiggährung, wobei Wasserstoff abgespalten und Sauerstoff addirt wird.

In Bezug auf die Natur der gährungserregenden Substanz kann man zwei Arten von Körpern unterscheiden:

1. Der Gährungserreger, das Ferment, ist eine stickstoffhaltige organische (nicht organisirte Substanz), wie z. B. in Zersetzung begriffene Proteinstoffe, Speichel etc.

2. Das Ferment ist ein organisirter Körper, eine niedere Pflanze oder ein Infusorium, wie z. B. bei der weingeistigen Gährung, der Milchsäure-, Buttersäuregährung etc.

Es ist wahrscheinlich, dass die Art und Weise der Wirkung dieser beiden Classen von Fermenten ein und dieselbe ist, dass das Ferment der zweiten Classe durch seine Lebensthätigkeit einen Körper der ersteren Classe producirt, welcher selbst erst den Gährungsprozess, sei es innerhalb oder ausserhalb des Fermentes selbst, hervorruft.

In jeder der beiden Classen von Gährungserregern unterscheidet man wieder eine mehr oder weniger grosse Zahl einzelner Fermente, welche sich sowohl durch ihre eigene Natur, als auch durch ihre Wirkung wesentlich von einander unterscheiden. So führen die Diastase das Stärkemehl in Zucker, faulender Käse den Milchzucker in Milchsäure, die Proteinstoffe den Zucker in Mannit, die Hefe den Zucker in Alkohol und Kohlensäure, die Essigmutter den Alkohol in Essigsäure über.

Die Hefe gehört zu den organisirten Fermenten, sie ist ein pilzartiges Gebilde und besteht aus kettenartig an einander gereihten

Zellen, deren Form und Grösse verschieden sind. Die einzelnen Zellen sind rund oder oval, ihr Durchmesser schwankt zwischen 0,0025 bis 0,01 Millimeter.

Ihre Zusammensetzung ergiebt sich aus folgenden Analysen von SCHLOSSBERGER (I und II) und von WAGNER (III und IV)*:

	I.	II.	III.	IV.
Kohlenstoff	50,1	47,9	45,5	52,5
Wasserstoff	6,5	6,2	6,2	7,2
Stickstoff	11,8	9,8	9,4	9,7
Sauerstoff und Schwefel . . .	31,6	35,9	38,9	30,6

Die Fermentzelle zerfällt in die eigentliche Zellensubstanz und den Zelleninhalt. Erstere hat die Zusammensetzung der gewöhnlichen Cellulose, letztere besteht aus einem Proteinstoff, welcher mittelst Essigsäure oder verdünnter Kalilauge mit Hinterlassung der Zellsubstanz aufgelöst werden kann. Neutralisirt man das Lösungsmittel, so fällt jedoch mit Verlust des Schwefelgehaltes, die gelöst gewesene Substanz wieder heraus. Ihre Zusammensetzung ergiebt sich aus folgenden beiden Analysen von MULDER (I) und SCHLOSSBERGER (II):

	I aus Essigsäure.	II aus Kalilauge.
Kohlenstoff	53,3	55,0
Wasserstoff	7,0	7,5
Stickstoff	16,0	13,9
Sauerstoff	23,7	23,6

Die Hefenasche besteht im Wesentlichen aus Phosphorsäure und Kali, mit geringeren Mengen Magnesia und Kalk. Im Ganzen beträgt sie etwa 7 1/2 p.C. des Hefengewichtes.

Die Entstehung der Hefe ist bedingt durch Keime und Sporen, welche in Form von Staub in der Luft herumschweben und welche in die betreffende Entwicklung treten, sobald sie in Flüssigkeiten gelangen, die ihrer Entwicklung günstig sind, d. h. die zur Entwicklung nöthigen Nahrungsmittel enthalten. Es wachsen dann aus der zuerst vorhandenen Mutterzelle eine Reihe von Tochterzellen heraus, die sich kettenförmig aneinander lagern und von Zeit zu Zeit verästeln.

Dass in der Luft die zur Erzeugung von Hefe nöthigen Keime und Sporen enthalten sind, ist durch eine Reihe von Versuchen nachgewiesen. Hinreichend beweisend ist der folgende Versuch von PASTEUR.

Man kocht Zuckerlösung, welche die nöthigen Nahrungsmittel für die Hefenpilze enthält, in einem Glaskolben so lange aus, dass einerseits die schon vorher in die Lösung gekommenen Keime und Sporen

* I und III sind Oberhefen, II und IV Unterhefen.

erstört sein müssen, anderseits die noch in dem leeren Theil des Kölbchens enthaltene Luft durch die gebildeten Wasserdämpfe verdrängt ist und schmilzt den Hals des Kölbchens zu. Wenn man das so präparirte Kölbchen wochenlang bei einer Temperatur von 30—33°, der günstigsten zur Einleitung der Hefebildung, stehen lässt, so tritt keine Fermentbildung und keine Gährung ein, während sich sofort Ferment bildet und Gährung eintritt, wenn man nachher das Kölbchen wieder öffnet und Luft zutreten lässt, noch schneller, wenn man etwas gewöhnlichen Staub zusetzt.

Die Nahrungsmittel der Hefezellen bestehen in kohlenstoff- und stickstoffhaltigen Substanzen, sowie aus denjenigen anorganischen Stoffen, welche in der Hefenasche enthalten sind, also vornämlich Kali und Phosphorsäure. Als kohlenstoffhaltige Substanz dient der Zucker; stickstoffhaltige Substanzen, sowie die nöthigen anorganischen Stoffe sind in den meisten Pflanzensäften oder Extracten, erstere in Form von eiweissartigen Körpern, letztere in Form verschiedener Salze enthalten.

Eine Flüssigkeit, welche die Hefenvegetation unterhält, kann man künstlich darstellen durch Auflösen von Zucker und weinsaurem Ammoniak in Wasser, Zusatz von wenig kohlensaurem Kali und glasiger Phosphorsäure, Sättigen der Lösung mit Kohlensäure und Versetzen mit ganz wenig kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Magnesia.

Durch starke Mineralsäuren, grössere Quantitäten organischer Säuren, Kochsalz, Schwefel und eine Reihe anderer Reagentien wird das Wachsthum der Hefe unterbrochen, die Gährung aufgehoben, während geringe Mengen organischer Säuren nicht hinderlich sind.

Nicht jeder Zucker kann durch die Hefe direct in weingeistige Gährung versetzt werden. Die in der Technik gewöhnlich zur Vergährung kommenden Zuckerarten, der Traubenzucker und Fruchtzucker, sind direct gährungsfähig. Nicht direct gährungsfähig sind dagegen Rohrzucker und Milchzucker; doch können diese leicht in gährungsfähigen Zucker verwandelt werden. Diese Umwandlung kann bewirkt werden durch Behandlung mit Säuren oder auch durch längere Berührung mit grösseren Mengen von Hefe. Man bezeichnet die Umwandlung des Rohrzuckers in gährungsfähigen Zucker mit Invertgährung.

Je nachdem viel oder wenig Zucker in der Lösung enthalten ist, geht die Gährung mehr oder weniger schnell von Statten. Am günstigsten ist eine Lösung von 12 p.C. Zucker. Ist mehr Zucker darin enthalten, so verläuft die Gährung schwieriger.

Ebenso wie ein Uebermaass von Zucker wirkt auch ein Uebermaass von Alkohol hinderlich für die Gährung, so zwar, dass in einer

zuckerreichen Flüssigkeit, nachdem sich ein gewisses Quantum Alkohol durch die Gährung gebildet hat, der restirende Zucker nicht weiter vergährt, weil der gebildete Alkohol die weitere Gährung verhindert.

Von Bedeutung für den Verlauf der Gährung ist auch das Verhältniss zwischen Zucker und Hefe, welches man anwendet. Man nimmt in der Praxis, damit die Gährung rasch genug verläuft, auf 5 Theile Zucker 1 Theil Hefe, obgleich 1 Theil Hefe ein weit bedeutenderes Quantum Zucker vergähren kann.

Je nach der Temperatur, bei der man die Gährung verlaufen lässt, sind die Gährungserscheinungen verschieden. Im Allgemeinen verläuft die Gährung um so rascher je höher die Temperatur. Geht man jedoch über 33°, so wird sie wieder langsamer und hört bei weiterer Steigerung der Temperatur ganz auf.

Lässt man bei niederer Temperatur gähren, so bleibt die Hefe auf dem Boden sitzen, es bildet sich die Unterhefe und die Gährung heisst darnach Untergährung. Diese wird in der Praxis vielfach angewendet, die beste Temperatur dafür ist 5—10°.

Zwischen 10 und 24° verläuft dagegen die Obergährung. Diese Gährung hat einen rascheren Verlauf als die Untergährung, in Folge dessen bildet sich auch eine grössere Menge Kohlensäure, durch welche die Hefenzellen an die Oberfläche gerissen werden, die Hefe wird desshalb Oberhefe genannt.

Obgleich Oberhefe und Unterhefe aus denselben pflanzlichen Organismen bestehen, eignet sich doch die Oberhefe besser zum Anstellen der Obergährung, die Unterhefe dagegen besser zum Anstellen der Untergährung. Aeusserlich sind die beiden Hefenarten dadurch verschieden, dass die Oberhefe aus mehr zusammenhängenden Zellenketten, die Unterhefe mehr aus einzelnen abgerissenen Zellen besteht.

Die Producte, welche bei der Vergährung des Zuckers mittelst Hefe, der weingeistigen Gährung, entstehen, sind in der Hauptsache Alkohol und Kohlensäure, indem sich der Zucker nach folgender Gleichung spaltet:

$$C^{12}H^{12}O^{12} = 2C^4H^6O^2 + 4CO^2 \text{ oder:}$$

$$C^6H^{12}O^6 = 2\left.\begin{matrix}C^2H^5\\H\end{matrix}\right\}O + 2CO^2.$$

Etwa 5—6 p.C. des Zuckers zerfallen jedoch unter Bildung von Glycerin, Bernsteinsäure und Kohlensäure und liefern zum Theil auch die Bestandtheile der Hefenzellen. Die Mengen in welchen diese letzteren Stoffe entstehen, werden von PASTEUR in folgender Weise angegeben:

Bernsteinsäure	0,6—0,7 p.C.
Glycerin	3,2—3,6 „
Kohlensäure	0,6—0,7 „
Cellulose Fettsubstanz . . .	1,2—1,5 „

Ueber die Art und Weise der Wirkung des Hefenfer-
entes auf Zucker sind sehr viele Hypothesen aufgestellt worden.
) viel ist sicher, dass das Hefeferment mit dem Zucker in directer
erührung sein muss, wenn die Gährung verlaufen soll. Unbestimmt
t es dagegen noch, ob die Gährungsproducte Producte der Lebens-
ätigkeit der Fermentzellen insofern sind, dass diese den Zucker gleich-
m als Nahrung aufnehmen, in ihrem Organismus in Alkohol und
ohlensäure etc. spalten und in Form dieser wieder abgeben, oder ob
e Fermentzellen eine den Zucker zerlegende Substanz in ihrem Orga-
ismus enthalten, mit welcher die Zuckerlösung, vielleicht durch die
ellenmembranen diffundirend, in Berührung kommt. Letztere An-
ahme erscheint nach den neuesten Versuchen die zutreffendere zu sein.

Presshefe. Um die Hefe länger conserviren zu können, befreit
man sie von der Hauptmasse ihres Wassers, sowie anderen Verun-
reinigungen durch Auswaschen und Pressen, wobei man die Presshefe
rhält. Am Besten eignet sich dazu die Oberhefe.

Die abgenommene Oberhefe wird durch Leinwand collirt oder durch
n Haarsieb hindurchgeseiht, um sie von Schrot- und Hopfentheilen
nöglichst zu befreien. Die hindurchgelaufene Flüssigkeit lässt man
uhig stehen, damit sich die Hefe zu Boden setzt. Die über der ab-
esetzten Hefe stehende Flüssigkeit wird decantirt, frisches kaltes Was-
er aufgegossen, umgerührt, stehen gelassen, wieder decantirt und diese
Operation des Waschens so oft wiederholt, als die Waschflüssigkeit
och sauer reagirt. Die ausgewaschene Hefe wird schliesslich mit 15
is 30 p.C. Stärke vermischt, in Säcke gefüllt und ausgepresst. Diese
usgepresste Hefe wird in pfundschweren Stücken als Presshefe, wohl
uch Pfundhefe genannt, in den Handel gebracht.

Kunsthefe. Der Verbrauch an Hefe ist so gross, dass sie
äufig für sich allein gewonnen wird. Handelt es sich blos um Hefe-
ewinnung, so nimmt man dünne Maischen oder besser klare Würzen,
velchen man zur Bildung der Hefezellen möglichst viel Stickstoffver-
indungen aus dem Malz zuführt, wohl auch zur Lösung von Kleber
ine ganz kleine Menge (1/2—1 p.C. von dem angewandten Schrotge-
wicht) Schwefelsäure, welche vorher mit Wasser verdünnt worden ist,
usetzt. Die Kunsthefe wird namentlich in den Brennereien in grossem
Maassstabe dargestellt und ist desshalb dieser Artikel an jener Stelle
spezieller abgehandelt.

4. Bereitung des Malzes.

Die Umwandlung des Getreides in Malz hat zum Zweck die Bildung der Diastase, welche während des Malzens aus dem Kleber entsteht. Diese Diastase bewirkt theils während der Bereitung des Malzes, theils bei dem darauf folgenden Maischprozess die Umwandlung der in dem Getreide vorhandenen Stärke in Traubenzucker und Dextrin. Ausserdem wird bei der Bereitung des Malzes, beim sogenannten Darren desselben, Röstgummi erzeugt, der dem Biere seine braune Farbe ertheilt, sowie andere brenzliche Stoffe, welche auf Geschmack und Geruch des Biers von Einfluss sind.

Der Malzprozess zerfällt in die folgenden Operationen: 1) Einquellen oder Weichen des Getreides; 2) das Wachsen oder Keimen; 3) das Trocknen und resp. das Darren; 4) die Entfernung der Keime; 5) das Schroten.

Das Einquellen oder Weichen des Getreides hat zum Zweck einmal, in die Körner die nöthige Menge Wasser zu bringen, weil nur dann das Keimen eintritt, dann aber auch Entfernung einiger Extractivstoffe, die, in der Getreidehülse enthalten, den Geschmack des Biers beeinträchtigen würden.

Die Gerste wird in grosse hölzerne, besser steinerne oder gusseiserne Bottiche, Quellbottiche oder Weichen genannt, die hinreichend das vierfache Volumen Wasser fassen, gebracht und bleibt hier eingeweicht, bis die einzelnen Körner nach dem Herausnehmen, an den Spitzen gefasst, sich so zusammendrücken lassen, dass sich die Hülse leicht von dem mehligen Inhalt ablöst. Vorher werden diejenigen Körner, welche nach 2—3 Stunden, während welcher Zeit öfter umgerührt wird, noch oben schwimmen, abgehoben und beseitigt. Die Temperatur des Wassers während des Einquellens beträgt am Besten 15° C.; es wird nach 12—24 Stunden, im Sommer öfter als im Winter, gewechselt. Je nach der Beschaffenheit der Gerste dauert das Einweichen mehr oder weniger lange Zeit, bei älterer und kleberreicher Gerste bis zu 6 Tagen, gewöhnlich jedoch nicht über 4 Tage, bei junger, frischer Gerste sogar nur 36—48 Stunden. Im Winter braucht man längere Zeit als im Sommer. Lässt man zu lange Zeit einweichen, so verliert das Getreide seine Keimfähigkeit.

Nach vollendetem Prozess lässt man das Wasser durch Hähne mit grossen Oeffnungen möglichst rasch abfliessen, damit nicht ein Theil des Getreides sehr viel länger als der andere im Wasser bleibt. Das abfliessende Wasser ist durch die darin gelösten Stoffe gelb gefärbt.

Der Weizen braucht wegen seiner schwächeren Hülsen weniger lange Zeit zum Einweichen als die Gerste.

Die Gerste verliert während des Weichens 1—2 p.C. Trockensubstanz, nimmt dagegen durch Aufnahme von Wasser um 47 p.C. ihres Gewichtes zu.

Der Prozess des Wachsens oder Keimens des Getreides hat, wie schon oben erwähnt, den Zweck, während der Entwicklung des Blattkeims Diastase aus dem Kleber zu bilden, um durch diese Diastase später das Stärkemehl in Zucker und Dextrin umwandeln zu können. Diese Arbeit ist eine der wichtigsten in der Brauerei. Es muss gerade hinlänglich Diastase sich bilden, um alles Stärkemehl umwandeln zu können, denn sonst geht Stärkemehl, weil unlöslich, verloren. Das Keimen darf jedoch auch nicht zu weit fortschreiten, weil die Ausbildung des Keims einen Theil des Stärkemehls verschwinden macht, indem es zur Nahrung der jungen Pflanze und zur Bildung von Zellengewebe dient. Das Wachsen muss unterbrochen werden, sobald der Keim etwa 1⅓—1⅔ der Länge des Korns erreicht hat, oder bis der Blattkeim bis zur Hälfte im Innern des Korns vorgedrungen ist.

Das Local, in welchem man das Keimen des Getreides bewirkt, soll möglichst unabhängig von den Temperaturschwankungen der Jahreszeiten und der Witterung sein, am Besten eine Temperatur von 10—15° C. zeigen. Obgleich zum Wachsen ein feuchter Raum nothwendig ist, darf derselbe nicht dumpfig sein, indem sonst zu leicht Schimmelbildung eintritt. Es muss also für Luftwechsel gesorgt sein. Ist der Raum an und für sich nicht feucht genug, so wird durch Einspritzen von Wasser, besser durch Zuleitung von Dampf nachgeholfen. Der betreffende Raum ist bei uns gewöhnlich ein Keller, Wachstenne oder Keimtenne genannt, von 1½—2 Meter Höhe. Der Boden der Tenne muss fest und undringlich sein, er besteht aus einem dichten Pflaster oder aus Steinplatten, die dicht aneinander liegen und welchen man je nach dem Untergrund eine verschiedene Unterlage giebt. Bei feuchtem Boden nimmt man Bauschutt, bei trocknem Untergrund Lehm. Zur Bekleidung von Wandungen und Decke verwendet man am Besten hydraulischen Mörtel. Wesentlich ist es, dass alle Ritzen und Löcher, in welchen Körner liegen bleiben, sorgfältig vermieden werden, weil die letzteren darin bald faulen und Schimmel bilden würden, wodurch bei späteren Operationen die gesunden Körner leicht angesteckt werden könnten. Der Frühling ist für das Keimen günstiger als Winter oder Sommer, weil im März oder April die Temperatur constanter ist, daher das Keimen gleichmässiger stattfindet. Das Märzbier verdankt diesem Umstand zum Theil seine Güte. Der Herbst ist für die verschiedenen Operationen ebenso günstig.

Die Art und Weise der Behandlung des zu keimenden Getreides

auf der Tenne ist verschieden. In England und zum Theil auch in Norddeutschland verfährt man in folgender Weise. Die gequellte Gerste wird nach dem Abtropfen auf die Keimtennen zuerst in Haufen von 10—14 Centimeter Höhe gebracht und sobald sie auf der Oberfläche abgetrocknet ist, gewendet, um eine gleiche Temperatur von 10 bis 15° und gleiche Feuchtigkeit im Haufen zu erhalten. Sobald sich nun an jedem Korn eine weissliche Erhabenheit zeigt, werden Haufen von 30—36 Centimeter Höhe gebildet. Durch die Lebensthätigkeit der Körner steigt die Temperatur in den Haufen und sobald die Wärme 25°—27° beträgt, zeigt sich das Schwitzen, die in die Masse gebrachte Hand wird feucht. Nun wird der Haufen so umgewendet, dass die oberen und unteren Schichten mehr in die Mitte, dagegen die mittleren Schichten nach oben und unten kommen, um hier mehr abzukühlen, da diese wärmer sind als die anderen Schichten. Ist das Getreide nicht hinreichend feucht, oder ist es zu schnell abgetrocknet, so muss es mit nicht zu kaltem Wasser vorsichtig angefeuchtet werden.

Beim Umwenden wird der Haufen immer mehr und mehr ausgebreitet. Ist der Blattkeim oder das Federchen gehörig entwickelt, so werden die Malzhaufen zuletzt auf 10 Centimeter Dicke ausgebreitet, damit die Körner sich nicht weiter erwärmen und damit die Entwicklung der Keime langsam vor sich gehe. Das Keimen ist hinreichend, sobald die Keime bei Gerste $1^1/_8$—$1^2/_3$ der Länge des Korns erreicht haben.

In Bayern ist das folgende Verfahren allgemein in Anwendung. Die eingeweichte Gerste wird auf der Tenne in flache Haufen von 12 bis 15 Centimeter Höhe ausgebreitet und so oft umgewendet, als die Oberfläche trocken erscheint, was etwa 2—3mal täglich eintritt. Das Umwenden wird mittelst einer flachen Schaufel in der Weise bewerkstelligt, dass die obere Schicht nach unten, die untere nach oben zu liegen kommt. Sobald sich an sämmtlichen Körnern die Keime zeigen, was nach 2—3 Tagen eintritt, wird der Haufen höher, auf 25 bis 30 Centimeter, zusammengesetzt und so lange liegen gelassen, bis die Temperatur im Inneren höchstens 25—27° C. erreicht hat und an der Oberfläche ein starkes Schwitzen eingetreten ist. Alsdann wird wieder umgesetzt. Dabei wird aber die ganze Schicht in drei Stiche getheilt, so dass der mittlere, heisseste Theil auf den Boden zu liegen kommt, darauf der vorher oberste und dann der unterste. Nach etwa 10 Stunden tritt abermaliges Schwitzen ein und dann erfolgt ein neues Umsetzen. Nach dreimaligem Umsetzen haben die Keime gewöhnlich ihre richtige Länge (bis ½ Zoll) erreicht, dann wird wieder auseinander gesetzt. Der Haufen wird beim Umsetzen so ausgebreitet, dass er

—10 Centimeter niedriger ist und diese Operation wird so oft wie-
erholt, dass keine starke Erwärmung mehr eintreten kann. Nach 2
is 3maligem Auseinandersetzen ist der Prozess meistens beendet.

Das Keimen dauert während der wärmeren Jahreszeit durchschnitt-
ch 10—12 Tage, Ende des Herbstes 14 Tage bis 3 Wochen.

Um das weitere Fortwachsen des Keims zu verhindern, wird das
alz zum Abwelken auf den Welkboden, die Schwelche, oder gleich
f die Darre gebracht. Ersterer besteht aus einem luftigen, ge-
umigen Raum, auf welchem man das Malz in dünner Schicht auf-
hüttet und von Zeit zu Zeit umwendet.

Der Verlust an Trockensubstanz beim Malzen beträgt circa 3 p.C.
s wird namentlich eine nicht unbeträchtliche Menge Kohlensäure ge-
ldet und in die Räume abgegeben, und müssen dieselben schon we-
en dieses Umstandes luftig sein, damit die Arbeiter nicht Gefahr laufen.

Die Umänderung in der Zusammensetzung während des Malzens
rgiebt sich aus folgender Zusammenstellung zweier Analysen von Saus-
ure von ungekeimter und gekeimter Gerste:

	ungekeimte	gekeimte Gerste
Stärkemehl	72,7	65,8
Cellulose	5,5	5,6
Zucker	2,4	5,1
Dextrin	3,5	7,9
Gluten und Mucin . . .	11,8	7,6
Eiweiss	1,4	2,7

Je nachdem es sich um Herstellung von Luftmalz oder von
Darrmalz handelt, wird das auf den Schwelchböden getrocknete Malz
och der in Folgendem zu beschreibenden Operation des Darrens unter-
orfen oder nicht. In den Brauereien wird fast nur Darrmalz ver-
endet, doch werden auch verschiedene feine Biere, wie z. B. das Lö-
ener, aus nur auf dem Schwelchboden getrocknetem Malz, dem Luft-
alz, bereitet.

Darren des Malzes. Zweck des Darrens ist einmal vollstän-
iges Trocknen des Malzes, dann aber auch Erzeugung von Röstpro-
ucten, welche auf die Farbe und den Geschmack des Biers von Ein-
luss sind.

Die Darren müssen so eingerichtet sein, dass das Malz gleich-
mässig, im Anfang aber, so lange es noch ziemlich feucht ist, nicht
u stark erwärmt wird, damit sich nicht Kleister bildet, der nach dem
Austrocknen eine hornartige, für Wasser nicht durchdringliche Masse
darstellen würde. Ist das Malz aber schon abgetrocknet, so lässt sich
seine Temperatur auf 90° und selbst auf 100° erhöhen, indem bei dieser

Wärme die Diastase nur bei Gegenwart von mehr Wasser auf Stärkemehl verändernd einwirkt oder selbst zerstört wird.

Je nach der Art der Erwärmung unterscheidet man zwischen Rauchdarren, Luftdarren und Dampfdarren.

Eine Rauchdarre nach älterer Einrichtung, wie sie auch noch jetzt im Gebrauch ist, ist Taf. XXXVI Fig. 1 abgebildet; ee ist ein horizontales durchlöchertes Blech, oder ein Drahtgeflecht von Eisen oder Kupfer, von 5—6 Meter Seite, mit so feinen Löchern oder Maschen, dass die einzelnen Körner nicht hindurchfallen. Die Darrfläche wird zweckmässig durch Querhölzer und eiserne Pfeiler getragen und das Ganze ruht auf einem Mauerwerk, welches sich nach unten verengt. Die Verbrennungsgase ziehen aus dem Brennraum A durch die Oeffnungen cc in den unteren Theil der Darre und mischen sich hier mit kalter Luft, die durch dd von aussen zutritt und deren Zutritt beliebig regulirt werden kann, je nachdem man die Temperatur steigern oder erniedrigen will.

In Fig. 2 und 3 sind die Details ähnlicher Rauchdarren mit geringen Abänderungen. A ist der Feuerraum, B sind Kanäle die durch die ganze Dicke des inneren Gewölbes hindurchgehen, cc sind die Füchse, welche die heissen Gase und den Rauch in den Darrraum leiten, dd Luftkanäle, durch welche die durch die Darre fallenden Keime in die Säcke g fallen.

Für diese Rauchdarren sind diejenigen Brennmaterialien am zweckmässigsten, welche wenig oder keinen Rauch geben, so trockne Steinkohle, besonders aber Cohks bester Sorte. Nimmt man Holz, Braunkohle oder Torf, so wird das Malz dunkler und erhält einen Rauchgeschmack, der nachher in das Bier übergeht. Aus diesem Grunde sind überhaupt die Rauchdarren bei uns neuerdings weniger üblich.

Bei den Luftdarren geschieht die Erhitzung der Darrfläche durch erhitzte Luft, welche von unten zugeleitet oder im untersten Theil des Darrraums erst erzeugt wird dadurch, dass Heizröhren eingelegt sind, durch welche die Feuergase von irgend einer Feuerung hindurchgeleitet werden.

Fig. 90 und 91 ist eine Luftdarre nach Siemens (Muspratt-Stohmann's techn. Chemie) wiedergegeben, bei welcher die Erhitzung sowohl mittelst der von den Kesseln abziehenden Feuerluft, als auch mittelst einer eigenen Feuerung bewirkt werden kann. Es sind dabei zwei Darrflächen übereinander angebracht, eine Aenderung, die neuerdings bei den Luftdarren meistens eingeführt ist. Die obere Darrfläche dient dabei nur zum Trocknen, die untere dagegen zum eigentlichen Darren oder Rösten des Malzes. A gemeinschaftliche Esse für die

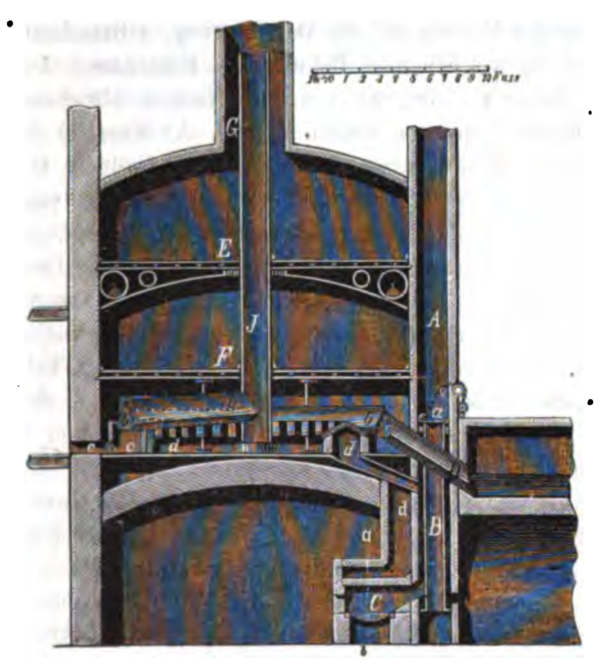


Fig. 90.

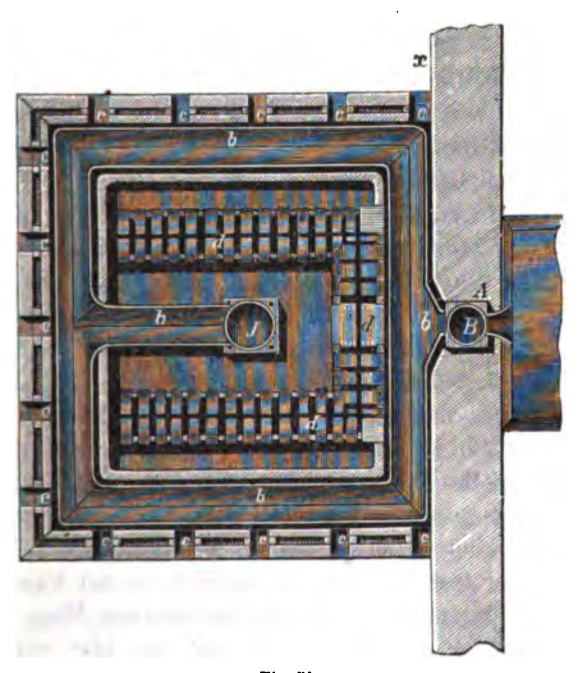


Fig. 91.

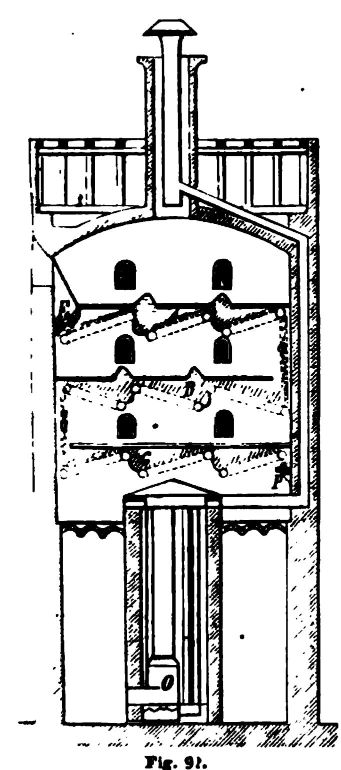
Feuerluft von den Kesseln und der Darrfeuerung, x Brandmauer, B eiserner Cylinder, in welchen nach Belieben die Feuergase eines eigens angebrachten Ofens C oder die von den Kesseln abziehende Feuerluft durch den Kanal D geleitet werden können. An Kanal D die Klappe a, mittelst welcher die Feuergase entweder in den Cylinder B oder in die Esse A geleitet werden können. In einem Abstande von 4—5 Zoll befindet sich um B ein Mantel von feuerfesten Steinen, welcher oben geschlossen ist und mit einem Kanalsystem im unteren Theil des Darrraums communicirt. Mit demselben Kanalsystem communicirt ein hohler Raum, welcher durch einen um den Ofen C befindlichen Mantel gebildet ist; durch die seitlichen Oeffnungen c c tritt kalte Luft von aussen zunächst unter die Heizröhren b b, von da unter die Darrfläche. Die Heiz- oder Rauchröhren b b gehen von dem Cylinder B aus, verzweigen sich im Darrraum nach zwei Seiten, vereinigen sich wieder in dem Kamin J, der durch den Dampfschlauch G die Gase in die Luft führt und zu gleicher Zeit durch seine Wärme den raschen Abzug der Feuchtigkeit von der Darre befördert; d d ist ein Röhrensystem durch welches die an den Aussenflächen des Cylinders B und des Ofens C erhitzte Luft direct unter die Darrfläche geleitet wird. Die warme Luft steigt aus demselben durch Schlitze in die Höhe, welche mit der Entfernung vom Cylinder B und Ofen C immer weiter werden, um eine möglichst gleichmässige Vertheilung der Wärme zu erzielen. F und E sind die beiden Darrflächen.

Taf. XXXVI, Fig. 4 ist eine von LACAMBRE und PERSAC in Löwen construirte Darre versinnlicht, welche ununterbrochen so arbeitet, dass das Malz einer allmälig steigenden Temperatur ausgesetzt wird, wobei bedeutend an Zeit und an Brennmaterial erspart wird. Die Heizfläche beträgt 200 Quadratmeter; die heisse Luft streicht, indem sie aufsteigt, über eine Fläche von 576 Quadratmeter, die mit Malz bedeckt ist. In 12 Stunden können 110 Hectoliter Malz getrocknet werden. A' ist der Feuerraum, A'A Zugrohr ½ Meter weit, 1½ Meter hoch. Die heissen Gase entweichen durch die Röhren b c d e.. bis nach h und gehen von dort durch das eiserne Rohr i j in einen geschleiften Kamin. Die Luft tritt in die Heizkammer durch seitliche Oeffnungen, erwärmt sich an der Oberfläche der Heizröhren und tritt durch D in den Darrraum, wo sie über die geneigten Tafeln C C' C''.... in der durch die Pfeile angedeuteten Richtung hindurchstreicht und endlich mit Wasserdampf mehr oder weniger gesättigt aus dem oberen Raum der Kammer bei C^{10} entweicht. Das Malz macht den entgegengesetzten Weg, es fällt von oben bei B^4 auf die Platte C^7 und wird von hier mit Hülfe der

Arbeitsöffnungen B^4 B''' B'' B' B auf C^6, C^5 u. s. w. geschoben, bis es endlich über c' herausgezogen wird.

Auch die auf Taf. XXV, Fig. 3 versinnlichte Einrichtung, welche früher (S. 116) beschrieben wurde, kann zum Malzdarren verwendet werden.

Ganz neu in Bezug auf die Einrichtung der Darrflächen ist die OVERBECK'sche Darre*. Die Darre ist Fig. 92 abgebildet. „Jede der drei Etagen A, B, C ist zusammengestellt aus drei um je zwei Walzen sich ziehenden endlosen Drahttüchern, auf deren oberer Fläche das zu darrende Malz langsam fortgeführt wird und zwar in etwas steigender Richtung. Diese Tücher sind von eigens zu diesem Zwecke angefertigtem Gewebe, an beiden Seiten mit rechtwinklig umgebogenen Rändern zum Schutz gegen das Herabfallen des Malzes versehen. Die Webart der Netze ist eine solche, dass dieselben unter dem fortdauernden Biegen und Dehnen nicht im Mindesten leiden können. Zwischen den Darrtüchern der beiden oberen Etagen liegen die Wendevorrichtungen, die das von den höchsten Punkten der Drahttücher herabfallende Malz dadurch wenden, dass sie es ungefähr 3 Fuss hoch gegen den eigenthümlich gebogenen Blechschirm werfen, der es dann dem Anfange der nächstfolgenden Tücher zuführt. Am Ende jeder Etage, wo bei a und b das Malz aus einer Höhe von 9 Fuss auf die darunter befindliche Horde herabfällt, sowie auch zwischen den Netzen der unteren Etagen haben sich die Wendewerke als überflüssig erwiesen. Die Arbeit dieser Wendewerke ist in brau-technischer Beziehung eine höchst gelungene, insofern nicht nur das mit seinen Keimen etwa ineinander verflochtene Grünmalz vollständig vertheilt, das Malz überhaupt aber in regelmässigen Zeitabschnitten körnerweise gemischt und durch die Luft geworfen wird, sondern auch dass die Malzschichten sich bis zum letzten Netz ebenso glatt und gleichmässig hoch halten, wie sie aus dem


Fig. 92.

* WAGNER's Jahresb. 1869. S. 160.

beliebig zu stellenden Zubringer E hervorgegangen sind. Die geübtesten Mälzerhände sind bei der grössten Sorgfalt nicht im Stande, eine Darre so exact zu wenden, — ein nicht hoch genug zu schätzender Vortheil der neuen Darre. Durch besondere einfache Vorrichtungen, namentlich in Bordblechen bestehend, die sich längs an die Netzränder anschliessen, wird eine derartige vollständige Verdichtung der Darretagen erzielt, dass die aus dem Ofen O kommende Heizluft gezwungen ist, ihren Weg nur durch das Malz zu suchen. Das Malz läuft bei gewöhnlichem Gang der Darre in circa $2^1/_2$ Stunden über die Vordarre, in circa $3^1/_4$ Stunden über die Mitteldarre und in circa 4 Stunden über die Unterdarre. Die Verschiedenheit der Zeitabschnitte bezweckt eine nahezu gleich hohe Malzführung auf allen drei Horden, indem das Volumen des Malzes beim Darren ungefähr im umgekehrten Zahlenverhältniss abnimmt. Der Darrprozess beendigt sich mithin in circa 10 Stunden, kann aber durch Wechseln der Transmissionsriemen verlängert oder verkürzt werden. Das Malz fällt schliesslich, wenn es das letzte Netz passirt hat in einen Transporteur p, der es aus der Darre ableitet. Der Betrieb erfordert eine Mannskraft.* Die Darre soll in quantitativer und qualitativer Beziehung ausgezeichnete Resultate ergeben haben.

Bei den Dampfdarren wird die unter die Darrflächen zu leitende Luft dadurch erhitzt, dass man im untersten Theil des Darraums in eisernen oder kupfernen Röhren überhitzten Wasserdampf circuliren lässt. Es eignen sich diese Darren jedoch nur zur Herstellung eines sehr blassen Malzes und sind noch wenig in Gebrauch.

Das Malz wird auf den verschiedenen Darrflächen in einer 8—12 Centimeter hohen Schicht ausgebreitet, bei doppelten Darrflächen etwas niedriger als bei einfachen, weil es sonst an dem nöthigen Zug fehlen würde. Die Temperatur darf zu Anfang, vor Entfernung des Wassers, aus den oben angeführten Gründen nur gering sein; sie soll 60° C. nicht überschreiten. Später steigt man höher, auf 90—100°, in Bayern sogar häufig auf 120° und noch höher. Es richtet sich dies nach dem Röstgrad, den man zu erreichen beabsichtigt. Malz, welches hell bleiben, oder zur Branntweinbrennerei verwendet werden soll, erhitzt man nicht über 70°.

Wie schon oben erwähnt, wird auch aus blos an der Luft getrocknetem Malz, Bier bereitet. Im Allgemeinen ist die Farbe des Biers abhängig von der Zeitdauer und der Temperatur des Darrens. Je länger und bei je höherer Temperatur gedarrt wird, desto mehr Röstgummi wird gebildet und desto brauner wird das Bier. Uebrigens wird dem Biere neuerdings eine mehr oder weniger dunkelbraune Farbe auch

dadurch ertheilt, dass man der aus blassem Malz bereiteten Würze extra stark geröstetes Malz oder gerösteten Zucker zusetzt.

Bei einer Darre mit einfacher Darrfläche rechnet man auf 100 Quadratfuss Darrfläche täglich 200 Kilogramm zu darrendes Malz, wenn einmal entleert, 300, wenn zweimal entleert wird; bei Darren mit doppelter Darrfläche rechnet man nahezu das Doppelte: 400—500 Kilogramm pro 100 Quadratfuss Darrfläche.

Die Entfernung der Keime muss unmittelbar auf das Darren folgen, weil dieselben beim längeren Liegen Feuchtigkeit anziehen, dadurch ihre Sprödigkeit verlieren und sich schwerer ablösen. Die Entfernung der Keime überhaupt ist nöthig, weil sie keine Bestandtheile enthalten, die in das Bier kommen sollen, sie also nur das Volumen der festen Bestandtheile unnöthigerweise vermehren würden und weil sie ferner das Bier zum Sauerwerden geneigt machen.

Die Art und Weise der Entfernung kann sehr verschieden sein. Nach dem älteren, jetzt noch vielfach gebrauchten Verfahren, wird das gedarrte Malz mit Füssen getreten und dann abgesiebt. Dabei wird jedoch eine nicht unbeträchtliche Menge Malzkörner zerstört. Eine andere, neuere Methode besteht darin, dass man das frischgedarrte Malz durch eine Siebtrommel, an deren Welle Arme mit Bürsten befestigt sind, und dann durch eine Putzmühle gehen lässt. In ersterer werden die Keime durch die Bewegung der Welle und das Herumbürsten von den Körnern abgebrochen, in letzterer getrennt. Auch Trommeln mit seitlich angebrachten Blechen, durch welche die Körner gehoben und von oben auf die Welle heruntergeworfen werden, sind in Gebrauch.

Die Keime betragen etwa 3 p.C. des Malzgewichtes und werden als Futtermittel oder Dünger verwerthet. Mit Einschluss dieser 3 p.C. beträgt der Gesammtverlust beim Malzen etwa 8—10 p.C. Trockensubstanz von der angewandten Gerste, welche hauptsächlich auf Kosten der Wurzelkeime und der beim Keimen sich entwickelnden Kohlensäure kommen. Ausserdem gehen noch etwa 10—12 p.C. Feuchtigkeit fort.

Nach neueren Versuchen von John ist der Verlust an Trockensubstanz beim Malzen noch bedeutender. Nach ihm liefern 100 Gewichtstheile getrockneter Gerste:

	I.	II.
Malz (excl. Blatt- und Wurzelkeime)	83,09	85,88
Blattkeime	3,56	3,09
Wurzelkeime	4,99	4,65
Als Gas entwichen	8,36	6,38

S c h r o t e n. Das Malz enthält ungefähr $^2/_3$ seines Gewichtes von Substanzen, die gelöst werden können. Um deren Auflösen zu erleichtern ist es nöthig, das Malz zuerst zu zerkleinern oder zu s c h r o t e n. Hiebei sollen die Körner mehr zerquetscht als gemahlen, die Hülsen abgelöst, aber nicht zerrieben werden. Desshalb lässt man das Malz zuerst Feuchtigkeit an der Luft anziehen, oder besprengt es mit 7—10 Volumen Wasser auf 100 Volumen Malz. Man verwendet zum Schroten entweder M ü h l s t e i n e oder e i s e r n e W a l z e n. Dabei muss darauf gesehen werden, dass die Mühlsteine resp. die Walzen einander nicht zu nahe, vielmehr so entfernt stehen, dass kein zu starkes Zerreiben stattfindet.

Die S c h r o t m ü h l e n bestehen aus zwei glatten Walzen aus Gusseisen, von verschiedenem Durchmesser und entgegengesetzter Drehung, welchen das Malz auf einem geneigten Eisenblech zugeführt wird. Das letztere ist durchlöchert, damit der Staub und die Keimreste des über dasselbe herunterrutschenden Malzes hindurchfallen, um darunter aufgesammelt und entfernt zu werden. Auf dem Ende des Eisenbleches, da wo das Malz herabfällt, dreht sich eine hölzerne Walze, deren Peripherie der Länge nach mit Messerklingen besetzt ist, welche das Eisenblech gerade berühren. Durch langsame Drehung dieser Trommel wird mittelst der Messerklingen immer eine gleich grosse Menge Malz vorgeschoben, es kann also nie zu viel oder zu wenig auf einmal auf die Walzen gelangen. Um das Ganze befindet sich ein hölzernes Gehäuse, welches sich unter den Walzen trichterförmig verengert. Durch den Trichter fällt das geschrotete Malz in ein untergestelltes Gefäss oder gleich in den Maischbottich.

Das Malz nimmt durch das Einsprengen um etwa 16 p.C. und durch das Schroten um weitere 16—18 p.C. an Volumen zu.

Die Z u s a m m e n s e t z u n g d e s M a l z e s ergiebt sich aus folgenden Analysen von OUDEMANNS:

	schwach gedarrt. Malz:	stark gedarrt. Malz:
Stärkemehl	58,6	47,6
Zucker	0,7	0,9
Röstgummi	7,8	14,0
Dextrin	6,6	10,2
Cellulose	10,8	11,5
Eiweiss	10,4	10,5
Fett	2,4	2,6
Asche	2,7	2,7

Die Bereitung des Malzes wird in Deutschland und Frankreich

hauptsächlich noch in den Brauereien selbst vorgenommen, während man in England das Malzen meist in besonderen, in getreidereichen Gegenden gelegenen Fabriken betreibt und das Malz fertig an die Brauereien verkauft. Auch in Deutschland hat diese Trennung neuerdings Eingang gefunden.

Bemerkenswerth sind die Versuche von FLECK zur Darstellung des Malzes ohne Keimung. Nach ihm kann man Malz aus Gerste durch Einquellen in verdünnten Mineralsäuren bereiten. Am Besten eignen sich Schwefelsäure oder Salpetersäure in stark verdünntem (1 p.C. Säure) Zustande. Es ist dabei wesentlich, dass man so wenig Flüssigkeit als möglich anwende, weil sonst beim darauffolgenden Darren sogenanntes Glasmalz entsteht. Zum vollständigen Aufquellen brauchen 100 Theile Gerste 80 Theile Wasser, doch darf man nicht vollständig aufquellen lassen, wenn man die Bildung von Glasmalz verhindern will, muss also weniger angesäuertes Wasser verwenden. Die Umwandlung des Stärkemehls in Zucker mittelst angesäuerten Wassers wird durch Erwärmen beschleunigt. Werden 50 Theile Gerste mit 30 Theilen 1-procentiger verdünnter Schwefelsäure 72 Stunden lang in einem auf 40° erhitzten Wasserbade erwärmt, so ist die Umwandlung der Stärke so weit beendigt, dass man nach dem Trocknen und Darren der so behandelten Gerste ein gutes Malz erhält. Ein Nachtheil ist es, dass der Phosphorsäuregehalt und damit der Nährwerth durch die Behandlung mit verdünnten Säuren bedeutend abnimmt, indem die Phosphorsäure durch die betreffende Mineralsäure ersetzt wird und in das Quellwasser geht. Dagegen ist der Verlust an Stärke resp. Zucker, überhaupt an organischer Substanz weit geringer als bei dem Keimverfahren, weil sich eben bei der Umwandlung mittelst verdünnter Säuren keine Keime bilden. Die verdünnten Mineralsäuren wandeln schon für sich das Stärkemehl, ebenso wie es die Diastase thut, in Zucker um. Es ist zu hoffen, dass bei weiterer Ausbildung dieses Verfahrens, die umständliche Operation der Malzbereitung bedeutend vereinfacht wird.

5. Darstellung des Biers.

Bei der Darstellung des Biers aus dem Malz handelt es sich zuerst um die Umwandlung des noch in demselben enthaltenen Stärkemehls in Dextrin und Zucker, dann um die Vergährung dieses Zuckers zur Umwandlung desselben in Alkohol und Kohlensäure. Sie zerfällt in die folgenden Operationen: 1) Maischen und Lösen der löslichen Extractbestandtheile. 2) Kochen und Hopfen der Würze. 3) Kühlen der Würze. 4) Gährung der Würze.

Zweck des Maischprozesses ist es, das noch in dem Malzschrot vorhandene Stärkemehl durch Einwirkung der Diastase in Dextrin und Zucker umzuwandeln. Diese Umwandlung wird dadurch bewirkt, dass man das Malzextract mit warmem Wasser umrührt, in welchem sich die Diastase löst und dann die Umwandlung der Stärke bewirkt. Die Temperatur, welche man während des Maischens einhält, ist auf die Geschwindigkeit des Verlaufs des Maischprozesses von grossem Einfluss. Durch Versuche von SCHWARZER ist dargethan, dass die Diastase über einer Temperatur von 65° allmälig zersetzt wird, so dass sie dann nicht mehr fähig ist, Stärke in Zucker und Dextrin umzuwandeln. Will man desshalb Stärkemehl mit möglichst wenig Malz resp. Diastase vermaischen, so soll die Temperatur von 60°—65° nicht überschritten werden. Handelt es sich jedoch um eine möglichst rasche Umwandlung der Stärke in Zucker, so geht man mit der Temperatur noch etwas höher, bis auf 75°, obgleich bei dieser Temperatur eine nicht unbeträchtliche Menge Diastase zersetzt wird. Es muss eben dem entsprechend mehr Malz resp. Diastase zum Maischen angewendet werden. Die Maischtemperatur ist ferner von grossem Einfluss auf das Verhältniss von Zucker zu Dextrin, welche beim Maischprozess entstehen. Bei allen Temperaturen von 60° abwärts bis 0° entstehen bei Anwendung sehr verschiedener Mengen Diastase immer etwa 50 bis 53 p.C. Zucker von dem aus der Stärke gewonnenen Extracte. Mit steigender Temperatur bildet sich verhältnissmässig noch weniger Zucker und mehr Dextrin.

Wesentlich für den Verlauf des Maischprozesses ist es, dass das Wasser vollständig mit dem Stärkemehl des Schrotes in Berührung kommt, einestheils um den gebildeten Zucker aufzulösen, anderntheils um die Diastase zur vollständigen Einwirkung zu bringen.

Je nach der Art und Weise wie man diese Behandlung mit Wasser ausführt, unterscheidet man zwei verschiedene Maischmethoden, die Infusionsmethode und die Kochmethode. Die Apparate, welche dabei in Anwendung kommen sind der Maischbottich und die Maischpfanne oder der Braukessel.

Die Maischbottiche sind grosse runde oder viereckige Gefässe von Eichenholz, selten von Eisen oder Stein, die einen doppelten Boden haben. Der obere, einige Centimeter über dem unteren angebracht, ist durchlöchert, ebenfalls aus Holz, besser jedoch aus Kupfer oder Eisen angefertigt, weil in Metallböden feinere Löcher angebracht werden können und dadurch eine bessere Trennung der festen Malzrückstände von der Würze möglich ist. Zwischen den beiden Böden ist ein Hahn zum Ablassen der durch den Siebboden gegangenen

Flüssigkeit und durch ein Rohr kann von hier aus der Bottich mit heissem Wasser gespeist werden. Bei Anwendung von Metallsieben bringt man neuerdings keine vollständigen doppelten Böden mehr an, sondern man legt nur in den unteren starken Holzboden einige Streifen der betreffenden Metallsiebplatten ein. Unter den letzteren hinweg laufen Einschnitte in dem Holzboden, welche die durchgelaufene Flüssigkeit ableiten.

Das Umrühren der Masse in dem Maischbottig wurde früher allgemein und wird auch jetzt noch in kleineren Brauereien mittelst des Maischscheites oder Rührscheites bewirkt. Neuerdings findet man aber in grösseren Brauereien allgemein Rührvorrichtungen, welche mittelst Maschinen in Bewegung gesetzt werden.

Fig. 93 ist ein solcher Maischbottich mit Rührvorrichtung abgebildet. A und B sind die Rührer, welche von der Riemenscheibe p aus, mittelst des Triebrades b, des Zahnrades C und der Zahnräder F, F' und G in Bewegung gesetzt werden. Ausserhalb des unteren Theils der Seitenwandungen I I des hölzernen Maischbottichs ist eine Umhüllung angebracht, welche so viel freien Raum lässt, dass in denselben zur Erwärmung der Maische durch Oeffnen des Hahns O Dampf eingeleitet werden kann, welcher durch m zu den Pfannen gelangt oder durch Hahn r entweicht. In den meisten Fällen ist jedoch diese Vorrichtung zum Erwärmen des Maischbottichs weggelassen.

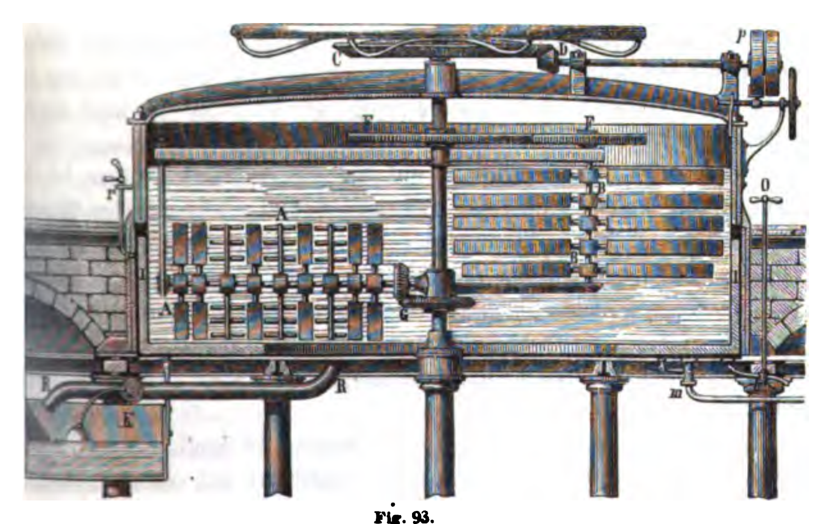


Fig. 93.

Ueber dem Bottich befindet sich häufig ein beweglicher Holzdeckel, mittelst dessen man denselben ganz oder theilweise bedecken kann.

Unterhalb des Maischbottichs ist ein Reservoir K, der Grand

oder Würzbrunnen, der zur Aufnahme der aus dem Bottich durch das Rohr RR abgezogenen Würze dient und aus welchem die letztere in den Braukessel gehoben wird. Neuerdings werden diese Reservoirs häufig weggelassen und die Würze wird dann direct aus den Kanälen unter den Metallsiebplatten mittelst Pumpen in den Braukessel gehoben.

Zur raschen Benetzung des Schrotes mit Wasser hat STEEL einen Apparat construirt, der in sehr vielen Brauereien eingeführt ist. Derselbe besteht aus einem eisernen 2½ Fuss langen, ½—1 Fuss weiten horizontal liegenden Cylinder, der an dem einen Ende durch eine Eisenplatte vollständig, an dem anderen nur an der oberen Hälfte verschlossen ist. Durch den Cylinder geht eine spiralig mit Messern besetzte Welle, die während des Gebrauchs in Drehung gesetzt wird. Schrot und Wasser werden durch ein weites Rohr an dem einen, geschlossenen Ende des Cylinders zusammen eingegeben und fallen, nachdem sie durch den Rührapparat untereinander gearbeitet sind, am anderen, nur zur oberen Hälfte verschlossenen Ende heraus in den Maischbottich.

Die Pfannen oder Braukessel dienen entweder sowohl zum Erhitzen des Wassers und der Würze, als auch zum darauffolgenden Kochen und Hopfen der Würze, oder es sind für beide Operationen besondere Gefässe vorhanden. In letzterem Falle wird die Maischpfanne etwas grösser genommen als der Braukessel.

Die Maischpfannen resp. Braukessel sind rund, mit flachem Boden und meist aus Kupferblech angefertigt. In neuerer Zeit findet man jedoch auch eiserne Kessel in Anwendung. Die Feuerluft circulirt sowohl unter dem Boden als auch um die Seitenwandungen derselben.

Von wesentlichem Einfluss auf die zu erzielende Würze ist die Temperatur, welche man beim Maischen einhält. Die richtige Maischtemperatur, d. h. die Temperatur, bei welcher die Einwirkung der Diastase auf die Stärke am raschesten verläuft, liegt zwischen 65° und 75°, doch darf nicht gleich von vornherein diese Temperatur gegeben werden, es muss vielmehr die Temperatur nur allmälig gesteigert werden, bei stark gedarrtem Malz rascher, bei schwach gedarrtem langsamer.

Bei der Infusionsmethode, welche in England und Frankreich, theilweise auch in Deutschland eingeführt ist, verfährt man in folgender Weise. Sobald das Malzextract auf den Seihboden des Maischbottichs gebracht ist, lässt man von unten das 1½fache Gewicht des Malzes an Wasser von 60° in den Bottich treten, worauf die Masse mit Maischscheiten oder mittelst des Rührwerkes möglichst gleichförmig

gemischt oder **gemaischt** wird, damit das Wasser möglichst in das Maischgut eindringe und namentlich keine Klümpchen bleiben. Man lässt nun die Masse $^1/_2$ Stunde lang ruhig stehen, damit das Wasser eindringt. Darauf lässt man frisches Wasser von 90° zufliessen, um die Temperatur des Ganzen auf 70°—75° zu steigern. Nach hinreichendem Umrühren deckt man den Bottich zu und überlässt ihn 1 Stunden lang der Ruhe. Hiebei wirkt die Diastase auf das Stärkemehl und bildet Zucker und Dextrin. Durch Oeffnen eines Hahns fliesst die Lösung oder **Würze** durch den Siebboden des Maischbottichs in das Würzereservoir, um von da in die Maischpfanne oder den Braukessel geschöpft oder gepumpt zu werden, oder auch sie wird, wie schon oben erwähnt, aus dem Raum unter den Metallsieben direct in den Kessel gepumpt.

Durch das erste Ausziehen sind dem Malz etwa $^3/_5$ der löslichen Stoffe, die es liefern kann, entzogen, ein Theil derselben ist aber mit dem zurückgehaltenen Wasser noch im Malz, da 100 Kilogramm Malz 100–120 Kilogramm Wasser noch eingeschlossen halten. Um das Malz auszulaugen, sowie die noch nicht aufgeschlossenen Mehltheile zu lösen, wird auf den Rückstand halb so viel Wasser von 80° als das erste Mal gebracht, wieder aufgemaischt und nach einstündiger ruhiger Einwirkung, wobei der letzte Antheil Stärke in Zucker und Dextrin verwandelt wird, die Würze abgelassen und zur ersten beigemischt.

Bei der **Kochmethode**, welche vornämlich in **Bayern** und den angrenzenden Ländern üblich ist, wird in folgender Weise verfahren. Das Malzschrot wird in dem Bottich zuerst mit wenig kaltem Wasser **eingeteigt**. Nach 4—6 Stunden wird ein anderer Theil des Wassers in der Pfanne zum Sieden erhitzt und unter fortwährendem Aufmaischen davon in den Maischbottich gebracht bis die Flüssigkeit 30—36° C. hat. Nach einiger Zeit wird nun der dickere Theil derselben in die Braupfanne übergeschöpft, hier $^1/_2$—1 Stunde lang unter Umrühren gekocht und dann in den Maischbottich zurückgeschöpft, wodurch die Temperatur auf 55° steigt. Nach wiederholtem Aufmaischen wird wieder ein Theil der Maische in die Pfanne gebracht, wieder gekocht, und diese zweite Dickmaische wieder zurückgegeben, wodurch die Temperatur im Maischbottich auf gegen 70° steigt. Danach lässt man die flüssige Maische oder **Lautermaische** durch den Siebboden ab, bringt sie in die Pfanne, siedet sie $^1/_4$ Stunde und bringt sie in den Bottich zurück, wodurch die Wärme hier auf 75° steigt. Nach längerem Umrühren bleibt der Bottich dann 1—1 $^1/_2$ Stunden in der Ruhe bedeckt stehen und zuletzt wird die Würze durch den Siebboden abgezogen.

Das Augsburger Verfahren weicht im Wesentlichen dadurch von dem eben beschriebenen ab, dass man nach dem Einteigen mit kaltem Wasser die dabei gebildete Lösung durch den Siebboden in den Grand abfliessen lässt. Diese Würze, kalter Satz genannt, enthält beträchtliche Mengen gelösten Eiweisses; von derselben wird ein kleiner Theil zu dem im Kessel zum Sieden zu erhitzenden Wasser gebracht und damit $^1/_2$ Stunde gekocht. Das dabei gerinnende Eiweiss schliesst die Verunreinigungen des Wassers ein, sammelt sich auf der Oberfläche als Schaum an und wird abgeschöpft. Das geklärte Wasser wird dann in den Maischbottich gebracht, so dass die Temperatur in demselben auf 65° C. steigt. Es wird gemaischt, $^1/_4$ Stunde stehen gelassen, die Würze abgezogen und mit dem Rest des kalten Satzes in die Pfanne gebracht. Von der dabei erzielten klaren Würze werden auf 100 Kilogramm Schrot etwa 50 Liter weggenommen und gekocht. Diese Flüssigkeit, warmer Satz genannt, wird später beim Kochen und Hopfen der Würze zugesetzt, wodurch eine grössere Milde und ein stärkerer Glanz des zu erzielenden Bieres bewirkt werden soll. Im Uebrigen wird dann ganz ähnlich verfahren wie bei der oben beschriebenen Kochmethode.

Bei der fränkischen Methode, auch Bamberger Methode genannt, wird das Malzschrot im Maischbottich allmälig mit Wasser von 80° C. angerührt, wodurch die Maische etwa 60—65° warm wird. Nach starkem Durchrühren und kurzem Stehen wird die Würze abgezogen und gekocht, wieder in den Bottich zurückgebracht, wobei die Temperatur auf 75° steigt, gemaischt und 1 Stunde stehen gelassen.

Die Wassermengen, welche auf das Malzschrot genommen werden, sind an den verschiedenen Orten verschieden. Bei Anwendung der Kochmethode in Altbayern wird das 8fache, bei der Augsburger und fränkischen Methode das 6—7fache Wasser des angewandten Gewichtes Schrot genommen.

Das böhmische Verfahren ist folgendes: $^4/_5$ des anzuwendenden Wassers werden im Sommer auf 32°, im Winter auf 40° C. erhitzt, in den Bottich gebracht, das Schrot eingetragen und damit umgerührt, das letzte $^1/_5$ des Wassers wird während dieser Zeit zum Sieden erhitzt und dann ebenfalls zugegeben. Nach starkem Umrühren wird die Dickmaische herausgenommen, im Kessel 30 Minuten gekocht, wieder zurückgegeben und gerührt. Diese Operationen werden noch zweimal wiederholt, das zweite Mal jedoch nur 25, das dritte Mal nur 20 Minuten lang gekocht. Die Maische hat dann schliesslich 75°; $^1/_5$ des gesammten Wasserquantums, welches von Anfang an zurückbehalten

urde, wird dann im Kessel zum Sieden erhitzt und dazu so viel Würze geben, als beim Abziehen trübe läuft, damit gekocht und das Ganze den Bottich gegeben. Nach ½—1stündigem Stehen wird die Würze gezogen.

Die Bereitung der Würze des Berliner Weissbieres ird von STAHLSCHMIDT (Gährungschemie S. 234) in folgender Weise schrieben: „36 Scheffel Malzschrot werden mit 900 Quart Wasser n gewöhnlicher Temperatur eingemaischt und hierauf mit 3000 Quart asser von solcher Temperatur zugebrüht, dass dadurch die Temperar der ganzen Maische auf circa 37—40° steigt. Hierauf werden 0 Quart Lautermaische in die Pfanne gebracht und mit dem Hopfen Stunde lang gekocht. Man setzt pro Scheffel Malz ¼—½ Pfund opfen zu. Die gekochte Lautermaische wird in den Maischbottich rückgebracht und gut durchgemaischt, worauf abermals 1400 Quart bgelassen, in die Pfanne geschöpft, zum Sieden erhitzt und unter ichtigem Maischen wieder zurückgegeben werden. Schliesslich gelanen noch einmal 1800 Quart Lautermaische in die Pfanne, werden zum eden erhitzt und alsdann in den Seihbottich gebracht, welcher meiens noch einen hölzernen Seihboden hat, der gewöhnlich mit Stroh deckt wird. Der Zwischenraum zwischen Seih- und festem Boden ird ebenfalls mit Stroh ausgelegt. Nachdem die Lautermaische aus m Kessel in den Seihbottich geschöpft ist, wird die ganze übrige icke Maische aus dem Maischbottich mit der Vorsicht eingeschöpft, ass zuerst die feste Schrotmasse hineingelangt. Die zuerst eingechöpfte heisse Lautermaische sammelt sich zum grössten Theil in dem wischenraum der Böden und erwärmt den Seihbottich, ingleichen aber ch die hinzugesetzte Maische, so dass die sämmtliche Maische auf)° erwärmt wird. In dem Seihbottich bleibt die Maische 1—1½ unden stehen und wird dann abgeläutert, worauf die Trebern mit armem Wasser angeschwenzt werden. Beide Würzen gelangen sofort f die Kühlschiffe.“

Was die verschiedenen Methoden betrifft, so liefert das Infusionsrfahren eine zuckerreichere Würze, also auch ein geistigeres Bier, elches jedoch weniger haltbar ist. Bei den Kochmethoden wird die uflösung und die Scheidung der Würze durch das Kochen erleichtert nd beschleunigt, zugleich aber auch die kräftige Wirkung der Diastase im Theil vernichtet, so dass das Stärkemehl grösstentheils nur in extrin übergeht und man also eine Würze erhält, die viel Dextrin nd wenig Zucker und Stickstoffverbindungen enthält und ein schwäheres Bier, aber ein sehr haltbares liefert, das durch seinen Gehalt

an Dextrin die Kohlensäure zurückhält und sich durch seinen milden Geschmack auszeichnet.

Wie auch die Würze gewonnen sein mag, so bleibt in dem festen Malzrückstand immer noch ein geringer Theil des Extractes zurück. Um auch diesen noch auszuziehen, kann man nach Abnehmen der oberen teigartigen Masse, Oberteig genannt, frisches Wasser aufgiessen und die dadurch herzustellende dünne Würze beim Einmaischen neuen Schrotes, oder zur Herstellung ganz dünnen Biers, oder auch zur Branntwein- und Essigfabrikation verwenden.

Der möglichst erschöpfte Rückstand, die Treber, enthält die Hülsen, stickstoffhaltige Bestandtheile, Fett, geringe Mengen Stärkemehl, phosphorsauren Kalk und andere Salze, sowie 60 bis 80 p.C. Wasser.

Die Stärke der erhaltenen Würze ist nach der Stärke des zu erhaltenden Biers verschieden: 8—10° B. für stärkere, weniger, bis nur 3° B., für schwächere Biere. Die Extractmenge, welche man aus dem Malzschrot erhält, ist verschieden je nach der Güte und der Zubereitung des verwendeten Rohmaterials. Sie schwankt gewöhnlich zwischen 55—65 p.C. des Malzgewichtes, kann jedoch auch bis zu 70 p.C. steigen.

Man kann dem Malzschrot beim Maischen stärkemehlreiche Zusätze geben; denn die in dem Malz enthaltene Menge von Diastase ist so gross, dass sie hinreicht bedeutend mehr Stärkemehl, als in dem Malz selbst enthalten ist, in Zucker und Dextrin umzuwandeln. In dieser Beziehung sind besonders die Kartoffeln wichtig, sei es, dass man dieselben als solche zusetze, sei es, dass man daraus zuerst die Stärke abscheide und diese als Zusatz verwende.

Nach Siemens werden in der Hohenheimer Brauerei durch 100 Pfund Kartoffeln 25 Pfund Malz ersetzt; 100 Pfund Kartoffeln liefern etwa 15 Pfund Extract. Man verwendet dort zur Herstellung von 6 Ohm Bier 450—500 Pfund Malz und 900—1000 Pfund Kartoffeln in feinvertheiltem Zustand oder die aus diesem Kartoffelquantum zu erzielende Stärkemenge. Werden die Kartoffeln als solche verwendet, so verwandelt man sie in einen Brei, den man zur Entfernung des Fruchtwassers einigemal mit frischem Wasser anrührt und auswäscht.

Es werden etwa 2/3 der Gesammtmenge des anzuwendenden Wassers (im Ganzen etwa 4 Eimer), welche vorher auf 80—90° erhitzt sind, in den Bottich gebracht, dazu 5/9 des oben angegebenen Malzquantums in schwach gedarrtem Zustand gegeben und dann der Kartoffelbrei von 900—1000 Pfund Kartoffeln oder die daraus gewonnene Stärke zugesetzt und umgerührt. Die Temperatur dieser Maische wird

m auf 60°—65° gebracht und dabei so lange erhalten, bis die Stärke
Zucker und Dextrin umgewandelt ist, hierauf wird so lange gekocht,
is die Maische sich klärt, was bei Anwendung von Stärke rascher er-
lgt, als wenn man Kartoffelbrei genommen hat. Während dieser Zeit
erden die übrigen 4/9 des Malzschrotes in stark gedarrtem Zustande
Maischbottich mit dem Reste des Wassers vermischt und dazu
ird dann die kochende Dickmaische gegeben, das Ganze stark umge-
ihrt und 1—1 1/2 Stunden stehen gelassen. Die zurückbleibenden Tre-
rn werden noch einmal mit heissem Wasser ausgesüsst.

Bei Anwendung von Stärke soll es sich empfehlen der Maische
rkleinerte Dinkelspreu oder aus Roggenstroh geschnittenen Häcksel
usetzen, um dadurch die fehlenden Hülsen zu ersetzen, die beim
bseihen der Würze als Filter dienen.

Die Bestandtheile, welche in den nach verschiedenen Methoden
reiteten Würzen enthalten sind, ergeben sich aus der folgenden Zu-
ammenstellung, welche die Resultate der Untersuchungen von GSCHWÄND-
ER enthält.

	Koch-methode.	Satzver-fahren.	Infusions-methode.	Mit Stärke-zusatz.*
Zucker	4,85	4,37	5,26	5,31
Dextrin	6,24	7,61	6,68	6,23
Stickstoffhaltige Substanz.	0,79	—	—	0,67
Andere Bestandtheile . .	0,41	0,95	0,70	0,22

Das Kochen und Hopfen der Würze wird in Deutschland mei-
tens in offenen Kesseln oder Pfannen ausgeführt, welche entweder zu
leicher Zeit zum Erhitzen der Maische dienen, oder neben den Maisch-
fannen angebracht sind. Die ganze Operation bezweckt Concentration
er Würze, Gerinnen und Abscheiden des gelösten Eiweiss, sowie des
Kleisters durch die Gerbsäure und Ausziehen der wesentlichen Bestand-
heile des Hopfens.

Wie erwähnt, sind die eigentlichen Braukessel häufig identisch mit
en Maischpfannen; andernfalls jedoch sind sie etwa um 1/5 kleiner als
ie Maischpfannen, während ihre Form dieselbe bleibt: mehr oder we-
iger flache runde Pfannen aus Kupferblech oder Eisen mit flachem
oden. Je stärker beim Kochen concentrirt werden soll, desto flacher
müssen die Kessel sein.

In Frankreich und namentlich auch in England hat man vielfach
eschlossene Kessel. Diese gewähren den Vortheil, dass beim Kochen
weniger von den aromatischen Bestandtheilen des Hopfens verloren

* Auf 100 Pfund Malz wurden 10 Pfund Stärke genommen.

gehen; die nöthige Concentration wird dann häufig durch Zusatz von Zucker oder Melasse bewirkt. Die Form dieser Braukessel ist die einer Kugel mit eingedrücktem, also nach innen convexem Boden. Auf dem höchsten Theil sitzt ein cylinderförmiger Helm, von welchem 5 enger Kupferröhren ausgehen. vier davon sind nach abwärts gerichtet und führen den durch dieselben entweichenden Dampf in die Vorwärmpfanne. welche sich direct über dem Braukessel befindet, während die fünfte Röhre den überschüssigen Dampf nach aufwärts in den Kamin ableitet. Durch den cylinderförmigen Helm des Kessels hindurch geht eine mittelst eines Zahnrades in Drehung zu versetzende Axe, an der sich ein Rührwerk befindet, welches die Würze während des Kochens umrührt. Die Feuerung befindet sich unter dem Boden des Kessels, die Feuerluft bespült den Boden, sowie den unteren Theil der Seitenwandungen des Kessels.

Die Länge der Zeit, während welcher gekocht wird, ist bei den verschiedenen Verfahren verschieden. In Bayern wird in offenen Kesseln zur Herstellung von Jungbier 1—1½ Stunden, von Lagerbier 2 bis 3 Stunden gekocht; dunkle Biere kocht man länger als helle. In England wird bei Anwendung verschlossener Kessel 4—6 Stunden gekocht. Der während des Kochens sich bildende Schaum wird fortwährend abgeschöpft.

Der Zusatz des Hopfens geschieht entweder zu Anfang des Kochens, oder erst wenn die Würze einige Zeit gekocht hat, damit durch zu langes Kochen einerseits nicht zu viel aromatische Bestandtheile verloren gehen, andererseits nicht zu viel Bitterstoffe des Hopfens in das Bier kommen. Es ist ferner vorgeschlagen worden, einen kleinen Theil des Hopfens zu Anfang, den Rest erst zu Ende des Kochens zuzusetzen, oder auch die aromatischen Bestandtheile des Hopfens in verschlossenen Gefässen mittelst Dampf zu extrahiren, die Rückstände mit der kochenden Würze zu setzen und das aromatische Extract erst mit der erkaltenden Würze zu vereinigen; auch eine vollständige getrennte Extraction des Hopfens in verschlossenen Gefässen ist vorgeschlagen und vielfach praktisch ausgeführt worden. Rationell erscheint es jedenfalls, den gesammten anzuwendenden Hopfen in den offenen Pfannen nicht während der ganzen Operation mit der Würze zu kochen, weil dabei zuviel aromatische Stoffe entweichen müssen.

Die Menge des zuzusetzenden Hopfens ist verschieden, je nachdem das Bier mehr oder weniger lange aufbewahrt werden soll. Für Winterbier nimmt man auf 100 Pfund Malz 1—1½ Pfund Hopfen, bei Lagerbier 2 Pfund, bei Bier, was bis zum Oktober halten soll, 3 Pfund. In England variirt das Hopfenquantum zwischen 1/20 und 4 Pfund

Hopfen auf 100 Pfund Malz. Je älter der Hopfen ist, desto mehr muss davon genommen werden, auch wird alter Hopfen am Besten zu schwächeren Bieren verwendet.

Nach dem Kochen muss die Flüssigkeit sich absetzen und wird darauf durch den Hopfenseiher, einen durchlöcherten Kasten, abgegossen. Um sie dabei so klar als möglich zu erhalten, hat man einen schwimmenden Trichter von biegsamem Metallgewebe angewandt, der sich wie ein Blasebalg zusammenzieht, in dem Maasse als die Flüssigkeit sinkt, so dass immer nur die oberste klare Flüssigkeit durch das Rohr des Trichters abfliesst.

Das Kühlen der Würze hat den Zweck, die gehopfte Würze möglichst rasch abzukühlen, um sie dann in die geistige Gährung zu versetzen. Würde die heisse Flüssigkeit langsam an der Luft abkühlen, so könnte sich, namentlich zwischen 25—50° C., leicht Milchsäure und Essigsäure bilden. Sie muss daher schnell auf eine Temperatur von 10—20° abgekühlt werden, je nach der Art der nachher beabsichtigten Gährung.

Das Kühlen geschieht auf den Kühlschiffen oder Kühlstöcken, grossen flachen Reservoirs, in denen die Flüssigkeit höchstens 15, besser nur 8—10 Centimeter hoch steht. Die Kühlschiffe sind so gelegen, dass ein fortwährender Luftwechsel über ihnen stattfinden kann. Die Abkühlung erfolgt hier in 6—12 Stunden hauptsächlich durch das Verdampfen der Flüssigkeit an der Oberfläche, indem die sich bildenden Dämpfe einen Theil der Flüssigkeitswärme binden und die Würze erkälten, wobei also die Stärke des Luftzuges und besonders die Trockenheit, weniger die Temperatur der Luft einwirken. Bei diesem Abkühlen setzen sich zugleich noch schleimige Bestandtheile zu Boden, theils in der Hitze gelöste Stickstoffkörper, theils Verbindungen der Gerbsäure mit Kleister, das sogenannte Kühlgeschläger.

Was das Material, aus welchen die Kühlschiffe anzufertigen sind, betrifft, so nahm man früher allgemein Holzbohlen. Man ist jedoch von diesem Material der schlechten Wärmeleitungsfähigkeit des Holzes, sowie der Schwierigkeit vollkommener Reinigung und der häufig nothwendig werdenden Reparaturen wegen abgekommen. Man stellte später die Kühlschiffe aus Kupferblech, Eisenblech oder Gusseisenplatten her, neuerdings sind auch Glasplatten in Vorschlag gebracht worden. Das Kupfer ist allerdings ein besserer Wärmeleiter als das Eisen, doch ist diese Differenz im Wärmeleitungsvermögen eine so geringe, dass sie nicht in Betracht kommt, besonders wenn man bedenkt, dass auch das Wärmeausstrahlungsvermögen mindestens ebenso wichtig ist, und dass dieses bei beiden Metallen gleich und am grössten ist, wenn man

sie auf der Aussenseite mit einer matten schwarzen Farbe bestreicht. Das Eisen hat vor dem Kupfer den Nachtheil, dass es die Würze färbt. Man kann diese Färbung jedoch dadurch verhindern, dass man das Eisen mit einem Ueberzug versieht, der die directe Einwirkung der Würze auf das Eisen verhindert. Nach HEISS verfährt man dabei in folgender Weise: das Innere des Kühlschiffes wird mit Sand blank gescheuert, mit 7—10-procentiger Salzsäure angeätzt und dann nach vollkommenem Trocknen der geätzten Fläche mit einer Flüssigkeit dreimal überstrichen, welche man durch Uebergiessen feingestossener Galläpfel, 24stündiges Stehen (unter häufigem Umschütteln) und klares Abgiessen erhält. Nachdem der dritte Anstrich trocken ist, lässt man kaltes Wasser in das Kühlschiff und 12 Stunden ruhig darauf stehen; dann giebt man dann ein durch Kochen erhaltenes Extract von Malzschrot und altem Hopfen. Nach ebenfalls 12stündigem Stehen wird die Flüssigkeit abgelassen und kann dann das Kühlschiff sofort in Gebrauch genommen werden.

Da die Abkühlung hauptsächlich durch Verdunstung (von 1/10—1/8 Volum der Flüssigkeit) stattfindet, so hat man durch künstlichen Luftzug mittelst Ventilatoren, Windmühlen und dergleichen den Luftwechsel zu vermehren gesucht, die Berührung der Würze mit einer allzugrossen Luftmenge wirkt aber leicht ungünstig. Die Rührmaschinen, welche häufig auf den Kühlschiffen angebracht sind, haben denselben Zweck: durch fortwährende Erneuerung der Oberfläche bewirkte vielfache Berührung mit Luft. Diese Rührmaschinen haben den Nachtheil, dass sie das Absetzen der trüben Theile verhindern.

An den Wandungen der Kühlschiffe, sowie an den Röhren, durch welche die Würze geleitet wird, setzt sich mit der Zeit eine dünne Kruste, der **Bierstein**, ab, welche durch Waschen nicht beseitigt werden kann. Dieser Bierstein schützt die Würze vor dem Einfluss des Metalls, aus welchem die betreffenden Apparate angefertigt sind. Er enthält 64 p.C. organ. Stoffe (darin 13 p.C. Proteinstoffe), 29 p.C. kohlensäurefreie Asche (wesentlich Kalk) und 7 p.C. Wasser.

Auch verschiedene andere Kühlvorrichtungen haben neuerdings Eingang gefunden, so das Kühlen mit eisernen oder kupfernen Blechröhren, durch welche kaltes, oft mit Eis gekühltes Wasser geleitet wird. Die Abkühlung der Würze durch fliessendes Wasser findet man in England und Frankreich eingeführt.

Diese Kühlvorrichtungen sind von verschiedener Construction, ihr Zweck ist immer, der Würze durch fliessendes kaltes Wasser die Wärme zu entziehen. Taf. XXXVI, Fig. 5 und 6 ist ein Kühlapparat von TAMISIER abgebildet. Derselbe besteht aus einer im Zickzack gebogenen

flachen und geschlossenen Rinne von verzinntem Kupfer, etwa 3 Centimeter im Durchmesser, a b c d e f g h i k. An jeder oberen Biegung a c e g i k k' ist dieses flache Gefäss offen oder mit einem Deckel leicht bedeckt; an jeder unteren Biegung ist ein Ansatz n (Fig. 6), der geöffnet und leicht gereinigt werden kann. Eine der ersten ähnliche Rinne 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 ist mit derselben verbunden, aber unter dieser. Die Würze fliesst nun durch das Rohr mit Hahn A in das obere Rohr a in der Richtung nach b und so fort, bis sie bei k' durch das Abflussrohr in die Rinne o fliesst und von dort in den Gährungsbottich kommt. Die Würze wird während des Durchfliessens durch das Schlangenrohr durch das in entgegengesetzter Richtung von M durch die Röhren 1, 2, 3 . . . 11 fliessende kalte Wasser von unten abgekühlt, zugleich auch von oben durch einen feinen Regen von kaltem Wasser, durch Oeffnen des Hahns L aus den feinen Löchern des Rohrs l, l', l'', l''', l⁴. Durch Einsenken eines Thermometers und eines Aräometers bei k bestimmt man die Wärme und Stärke der gekühlten Würze.

Die Länge des ganzen Kühlapparates beträgt 12 Meter, seine freie Oberfläche 56 Quadratmeter; 52 Hectoliter Würze können in einer Stunde auf 25° abgekühlt werden. Hiezu sind auf 1 Hectoliter Würze 110 Liter Kühlwasser von 12° erforderlich, dessen Temperatur im Mittel auf 40° steigt. Dieses bei 11 abfliessende Wasser kann zum Einteigen verwendet werden.

In Deutschland ist diese Art der Kühlung desshalb nicht eingeführt, weil die Würze während des Kühlens nicht bewegt sein darf, auch Luftzutritt stattfinden soll, und weil die künstlichen Kühlapparate meistens zu schwer zu reinigen sind.

Die Eisschwimmer werden ebenfalls zum Kühlen der Würze, jedoch meist erst wenn diese sich in den Gährbottichen befindet und namentlich im heissen Sommer angewendet. Sie bestehen aus Eimern aus lackirtem Schwarzblech, welche mit Eis gefüllt in die Würze gestellt werden.

Am geeignetsten zum Kühlen sind die Monate im Frühling und Herbst, wenn trockene Winde und heiterer Himmel das Verdampfen der Würze auf dem Kühlschiff befördern. Auch die Art und Weise der Anlage der Gebäude, in welchen gekühlt wird, ist von Einfluss auf den Verlauf der Kühlung. Diese Gebäude müssen natürlich so angelegt sein, dass die Kühlschiffe möglichst dem Wind ausgesetzt sind. Hochgelegene (München) oder in zugigen Thälern gelegene Brauereien liefern mit aus diesem Grunde meist ausgezeichnetes Bier.

Höchst beachtenswerth sind die Versuche, welche in neuerer Zeit

JICINSKY über die Anwendung des Vacuumapparates in der Bierbrauerei angestellt hat. Nach ihm kann durch die Behandlung der gekochten Würze im Vacuumapparat eine Concentration mit der Abkühlung verbunden und können die Kühlschiffe ganz beseitigt werden. Soll auf eine niedrige Temperatur abgekühlt werden, so muss wegen der Menge des im Vacuumapparat verdampfenden Wassers kaltes Wasser in den Vacuumapparat nachgegeben werden. Da sich in dem Vacuumapparat wegen der dicken Flüssigkeitsschicht das Kühlgeschläger nicht absetzt, so muss bei Anwendung desselben die Würze, ehe sie in die Gährbottiche kommt, durch ein Filter geleitet werden. Die Anwendung des Vacuums würde folgende Vortheile darbieten: 1) rasche Kühlung der Würze in der Braupfanne, 2) Raumersparniss durch Beseitigung der Kühlschiffe, 3) Vereinfachung der Manipulation, da die Würze aus dem Braukessel direct in die Gährbottiche gelangen würde. 4) Beseitigung der Säuerungsgefahr, da die Luft abgeschlossen bleibt. 5) Verminderung des Eisverbrauchs.

Die Gährung der Würze hat den Zweck, durch Einwirkung eines Fermentes, der Hefe, den in derselben enthaltenen Zucker, sowie einen grossen Theil des Dextrins* in Alkohol und Kohlensäure zu spalten und zugleich die in der Würze gelösten stickstoffhaltigen Stoffe unlöslich in Form von Hefe abzuscheiden. Die Art und Weise der Wirkung der Hefe ist weiter oben (S. 399) ausführlich beschrieben.

Die Gährung findet zuweilen in Fässern statt, meistens jedoch in offenen Bottichen, den Gährbottichen; selten in ganz verschlossenen Kufen, aus denen nur die entstehende Kohlensäure entweichen kann.

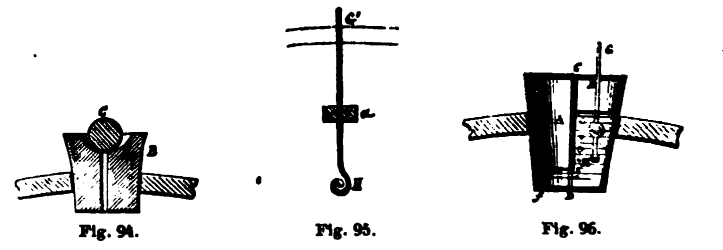


Fig. 94. Fig. 95. Fig. 96.

In letzterem Falle kann man sich der durch Fig. 94 versinnlichten Einrichtung bedienen, wenn man den Zutritt der Luft in das Gährgefäss verhindern will. Dieselbe besteht aus einem Holzstöpsel B, der in dem Deckel des Gährbottichs oder oben in dem Gährfass steckt; er

* Durch die Versuche von LERMER ist nachgewiesen, dass zwar Dextrin allein mit Hefe nicht vergährt, wohl aber wenn dasselbe mit Zucker vermischt ist, nach GSCHWÄNDLER vergähren 22—40 p.C. Dextrin.

hat eine durch seine Axe gehende Bohrung, die oben in eine halbkugelförmige Vertiefung mündet. In letzterer liegt eine Kugel c w, dass sie die Oeffnung verschliesst, aus welcher die Gase aus dem Inneren nur in der Weise ausströmen können, dass sie von Zeit zu Zeit die Kugel etwas heben.

Ein andere Einrichtung zu demselben Zweck ist Fig. 96 im Verticalschnitt abgebildet. Der Raum A communicirt durch das Rohr f mit dem Inneren des Gährgefässes; zwischen Raum A und Raum B befindet sich eine Scheidewand CD, die nicht ganz bis zum Boden reicht, so dass das in denselben sich befindende Wasser sich beliebig nach beiden Seiten bewegen kann. Sobald durch f Gase eintreten, wird auf die Wasserfläche in A ein Druck ausgeübt, bis jene unter der Scheidewand hindurch bei D entweichen können. Dadurch wird natürlich das Wasserniveau in B gehoben und dem entsprechend steigt auch der Schwimmer HG in die Höhe und zeigt so den Verlauf der Gährung an. Ein Schwimmer einfachster Construction ist Fig. 95 abgebildet; HG′ ein unten eingebogener Eisendraht, a ein Stück Korkholz, durch das er schwimmend erhalten wird.

Nachdem man mit den verschiedensten Materialien Versuche gemacht hatte, um das Holz bei den Gährgefässen zu ersetzen, weil es sich zu stark mit der Gährflüssigkeit imprägnirt und in Folge dessen sehr schwer zu reinigen ist, hat man in neuerer Zeit Versuche mit Glas gemacht. Die gemauerten Behälter werden mit grossen Glasplatten ausgekleidet und die 1—1½ Centimeter weiten Fugen mit Kitt (ein guter Cement), dem man eine Unterlage von Wasserglas giebt, gedichtet.

Das Gährlocal soll ziemlich gleichbleibende Temperatur von 8—12° haben. Gewöhnlich wählt man ein gewölbtes Souterrain, das sehr reinlich gehalten werden muss, weil Unreinlichkeit auf die Haltbarkeit des darzustellenden Biers nachtheilig einwirken würde.

Die Art der Gährung ist verschieden nach der Beschaffenheit der zugesetzten Hefe und der Temperatur der gährenden Flüssigkeit. Danach sind auch die Erscheinungen der Gährung verschieden, man unterscheidet Obergährung und Untergährung.

Die Obergährung wird durch Oberhefe hervorgerufen und letztere wird in denjenigen Fällen als Fermentzusatz gegeben, bei welchen es sich darum handelt, aus der Würze ein bald trinkbares Bier herzustellen und die Gährung bei höherer Temperatur verlaufen zu lassen. Auch Würzen, welche so viel Zucker enthalten, dass schon bei theilweiser Vergährung desselben hinreichend Alkohol gebildet wird, versetzt man mittelst Oberhefe in Gährung. Es verläuft diese Gährung leichter und rascher

als die Untergährung und wird aus diesem Grund endlich auch noch bei solchen Würzen in Anwendung gebracht, deren Bestandtheile schwer in vollständige Gährung zu versetzen sind. Es ist dies der Fall bei Würzen, die lange Zeit gekocht, oder aus stark gedarrtem Malz bereitet worden sind.

Bei der Obergährung bringt man die Würze von 12—16° in die Gährbottiche, versetzt sie mit Oberhefe, welche von einem früheren obergährigen Gebräu aufbewahrt wurde, und zwar nimmt man auf 1000 Liter Würze 2—4 Kilogramm Hefe, die man sorgfältig untermischt. Je nach der Temperatur des Raums, resp. der Würze tritt nun die Gährung schneller oder langsamer ein. Es sammelt sich auf der Oberfläche ein weisser Schaum, der rasch zunimmt und sich in concentrischen Ringen von der Peripherie der Oberfläche gegen deren Mitte bewegt. Dieser Schaum enthält hauptsächlich harzige Bestandtheile aus dem Hopfen und zeichnet sich durch einen bittern Geschmack aus; man nimmt ihn desshalb ab, um ihn nicht mit der später sich bildenden Hefe vermischen zu lassen. Es bildet sich nun bald ein mehr grossblasiger, lockerer gelblich gefärbter Schaum, die neue Hefe oder Bärme, die sich aus den stickstoffhaltigen Bestandtheilen und einem Theil des Zuckers der Würze gebildet hat. Während dieser Hefenbildung entwickelt sich reichlich Kohlensäure, welche sich an die in der Flüssigkeit sich abscheidenden Hefetheilchen hängt und diese zum Theil an die Oberfläche reisst (Oberhefe), während ein anderer Theil sich am Boden als Bodenhefe ablagert. Nach 4—8 Tagen hört diese lebhafte Kohlensäureentwicklung auf und das erste Stadium der Gährung, die Hauptgährung ist vorüber. Das Product heisst Jungbier. Es folgt nun das zweite, langsamer verlaufende Stadium der Gährung, die Nachgährung, welche durch einen Theil der dem Biere beigemengten Bodenhefe bewirkt wird. Das Jungbier wird zu diesem Zweck auf Fässer gefüllt, deren Spundloch offen gelassen werden muss, damit die Kohlensäure entweichen und ein sich während dieser Nachgährung bildender Schaum austreten kann. Sobald sich ein feiner, weisser Schaum zeigt, kommt das Bier auf die wohl zu verschliessenden Lagerfässer. In diesen findet nun fortwährend eine weitere Nachgährung, die stille Gährung, statt, die das Bier mit Kohlensäure gesättigt und dadurch brauchbar erhält. Das Bier muss getrunken werden, so lange diese stille Gährung dauert, denn nur so lange ist es eben trinkbar. Seine Haltbarkeit hängt ab von der fortdauernden Gährung, daher von der Temperatur der Keller, die möglichst kühl sein müssen; ferner von der Grösse der Fässer, die um so weniger den Temperaturschwankungen des Lagerraums unterworfen sind,

je grösser sie sind. Von Wesen ist endlich ein guter Verschluss der Fässer, damit die sich während der stillen Gährung entwickelnde Kohlensäure nicht entweichen kann. Da ein Entweichen dieser Kohlensäure schon durch die Poren des Fassholzes stattfinden würde, werden die Fässer ausgepicht, d. h. im Inneren mit einem Ueberzug von Harz versehen, durch welchen die Kohlensäure nicht hindurchdringen kann.

Um in kurzer Zeit trinkbares Bier zu erhalten, bringt man die Würze von 16°—24° C. mit etwas mehr Hefe zusammen und füllt sie nach Beginn der Gährung sogleich auf Fässer, worin die Hauptgährung äusserst schnell vor sich geht, so dass sie in 1—2 Tagen vollendet ist. Dabei wird die entsprechende Hefe aus dem Spundloch herausgestossen und kann leicht aufgesammelt werden. Das Bier kommt dann zum Verkauf sogleich in kleinere Fässer, in welchen die Nachgährung eintritt. Hefe wird noch als Schaum am Spund abgesondert. Nach einigen Tagen wird das Bier auf Krüge oder Flaschen gefüllt, in denen die langsame Nachgährung stattfindet, in Folge deren es nach kurzer Zeit stark moussirt, beim Oeffnen leicht überschäumt und selbst die Flaschen zersprengt. Diese Biere (Gose, Weissbier, Broihan) enthalten noch viele Hefenbestandtheile, was sich an dem trüben Aussehen und am Geschmack zeigt. Sie sind wenig haltbar und werden leicht sauer.

Die Untergährung verläuft langsamer als die Obergährung und wird immer da zur Anwendung gebracht, wo es sich um die Darstellung eines sehr haltbaren Bieres handelt. Die meisten bayerischen Biere sind mittelst Untergährung gewonnen. Die Würze wird auf 6—10° abgekühlt, um so stärker je haltbarer das Bier werden soll; sie wird mit 1/2—3/4 Vol. p.C. Unterhefe gestellt. Nach etwa 12 Stunden zeigt sich auf der Oberfläche ein leichter Schaum, der später ebenfalls concentrische, nach innen laufende Ringe bildet. Es tritt bald Kohlensäureentwicklung ein, doch reicht die Kohlensäure nicht hin, die Hefe in die Höhe zu heben; sie bleibt vielmehr auf dem Boden sitzen und bildet so die Unterhefe. Nach 7—10 Tagen ist die Hauptgährung vollendet, das Bier wird dann auf Fässer gebracht, gefasst, auf denen die Nachgährung verläuft. Dabei scheidet sich auch hier wieder schaumige Hefe ab, die aus dem Spundloch fliesst und entfernt wird. Die Grösse dieser Fässer wird je nach der herzustellenden Biersorte verschieden genommen, für Sommerbier von bis 2000 Quart, für Winterbier von 500—1000 Quart Inhalt.

Ist das Bier klar geworden, so werden die Fässer gespundet, worauf dann die stille Gährung eintritt, durch welche die zum Schäumen des Biers nöthige Menge Kohlensäure gebildet wird. Zum Versenden und Schenken wird es schliesslich auf kleinere Fässchen abgezogen.

Sehr wesentlich ist es, dass die Räume, in welchen die Nachgährung stattfindet und in welchen man das Bier lagern lässt, sehr kühl gehalten sind. Namentlich die Lagerkeller sollen nie über 5° warm sein und müssen nöthigenfalls mit Eis gekühlt werden.

Während der Gährung vermindert sich der Extractgehalt und damit das specifische Gewicht des Biers fortwährend, so dass man mittelst des specifischen Gewichtes den Verlauf der Gährung beurtheilen kann. Es ist darauf die Lehre von der Attenuation, welche bei der Brennerei, als für diese wichtiger, abgehandelt ist.

Bei nicht richtiger Ausführung der verschiedenen Operationen klärt sich das Bier hie und da so schwer, dass durch künstliche Mittel nachgeholfen werden muss. Das beste Klärungsmittel ist die Hausenblase, die getrocknete Schwimmblase mehrerer Störarten, besonders der Hausen.

Man hat Hausenblase in Kringeln (hufeisenförmig) und in Blättern. Sie wird zuerst breit geschlagen, dann zerschnitten, 24 Stunden zum Einweichen in Wasser gelegt und darauf in 16—20 Theilen schwachem Weingeist, Bier oder Wasser durch Erhitzen aufgequellt. Die fertige Lösung wird zuerst mit einem Theil des zu klärenden Biers vollständig gemischt und diese Mischung dann der ganzen Biermenge zugesetzt. Nach einiger Zeit setzt sich die Hausenblase mit den trübenden Theilen zu Boden und das Bier wird klar. Auf 1 Hectoliter Bier rechnet man 4—5 Gramm Hausenblase. Die Wirkung dieses thierischen Leims hängt von der eigenthümlichen Structur der Blase ab; das Gewebe derselben besteht aus einem feinen Netz von Fäserchen, die im Wasser oder Branntwein, besonders unter dem Einfluss schwacher Säuren auf mehr als ihr 100faches Volumen aufschwellen. Wird dieser voluminöse Schleim dem Bier zugemengt, so ziehen sich die Fäserchen unter der Einwirkung des Alkohols und der im Bier enthaltenen trüben Theile wieder zusammen, schliessen diese netzartig ein und reissen sie mit zu Boden.

Die Berliner Weissbiere werden häufig vor dem Anstellen zum Gähren mit Hausenblase geschönt, welche man in Weinsäure zum Aufquellen bringt. Die Weinsäure trägt dann noch zur Verstärkung des eigenthümlich säuerlichen Geschmacks jener Biere bei.

Fleck empfiehlt, der Würze ehe sie auf die Gährbottiche kommt etwas Glycerin zuzusetzen, um ihm einen vollen Geschmack zu ertheilen und ihm die Bitterkeit, herrührend von der Anwendung grösserer Quantitäten alter Hopfen, zu nehmen. Man mischt je nach dem Hopfenquantum, welches angewendet wurde, auf je 100 Maas Bier ½ bis 1 Maas Glycerin hinzu, indem man dasselbe vorher mit dem 4fachen

seines Volumens gekühlten Biers schüttelt und diese Mischung auf die Gährbottiche vertheilt, ehe die Hefe zugesetzt wird. Man setzt das Glycerin nicht früher zu, weil es beim Verkochen und Kühlen der Würze mit den Wasserdämpfen zu stark verdampfen würde.

6. Bestandtheile des Biers.

Das Bier enthält ausser Dextrin, geringen Mengen nicht abgeschiedener Stickstoffverbindungen, dem bei der Gährung gebildeten Alkohol und einem Rest von Aschenbestandtheilen, gelöste Kohlensäure, die wesentlich zu seiner Güte beiträgt. Die Kohlensäure entweicht beim Aufbewahren des Biers immer in geringer Menge, es muss sich dieses Gas daher fortwährend wiedererzeugen, wenn die Flüssigkeit gesättigt erhalten werden soll. Das Bier ist also eine während der Gährung zu verbrauchende Flüssigkeit, wodurch es sich wesentlich vom Wein und ähnlichen Flüssigkeiten unterscheidet, die hauptsächlich erst nach vollendeter Gährung Verwendung finden. Sobald durch erhöhte Temperatur, durch Umgiessen oder Stehen in halbgefüllten Gefässen mehr Kohlensäure entweicht, als sich bildet, so verliert das Bier seinen erfrischenden Geschmack; ebenso wenn die Gährung ganz aufhört, sei es durch zu starke Temperaturerniedrigung oder durch vollständige Zersetzung des Zuckers.

An der Luft stehend wird das Bier leicht sauer, besonders wenn es noch viel Ferment enthält, wie das obergährige Bier, es bildet sich aus dem Alkohol Essigsäure. Ein solches sauer gewordenes Bier kann nicht wieder in gutes Bier umgewandelt werden; am Besten wird es zu Bieressig verbraucht.

Um das Bier, namentlich zum Zweck des Exportes, zu conserviren, sind schon die verschiedensten Mittel in Vorschlag gebracht worden. Am Besten hat sich nach den verschiedensten Zeugnissen die Methode von VELTEN* bewährt, nach welcher das Bier 20 Minuten bis 1 Stunde bei 48°—50° in einem verschlossenen Gefäss erhitzt wird. Damit die Erhitzung möglichst rasch geschieht — und es ist wesentlich, dass wegen zu starker Gährung die Temperatur nicht zu lange zwischen 25 und 45° erhalten werde — wird das betreffende Gefäss im Wasserbade erhitzt. Am besten soll ein Gefäss aus Metall mit Rührapparat sein, durch welches zum Durchleiten von Dampf Röhren hindurchgehen. Nachdem das Bier wieder auf Fässer gefüllt ist, wird in diese Kohlensäure geleitet. Bei Anwendung des beschriebenen Verfahrens ist es nothwendig, dass dem Entweichen der Kohlensäure während des Erhitzens vollständig vorgebeugt werde.

* WAGNER's Jahresberichte 1867, S. 485 und 1870, S. 473.

Die relative Menge der einzelnen Bestandtheile, des Alkohols, der aromatischen Stoffe und der übrigen nicht flüchtigen Bestandtheile, die man zusammen als Malzextract bezeichnet, geben dem Bier verschiedene Eigenschaften. Die substanziösen Biere enthalten mehr Malzextract, von 8—15 p.C., so die englischen Biere Porter und Ale, die Braunschweiger Mumme u. a.; die dünnen Biere enthalten dagegen nur 4—6 p.C. Extractbestandtheile. Ebenso ist der Alkoholgehalt verschieden, doch können dünne oder trockene Biere reicher an Alkohol sein, als substanziöse. Starke englische Biere enthalten 5 bis selbst 8 p.C. Alkohol, die bayerischen 3—5 p.C., die gewöhnlichen Biere 2—3 p.C. Alkohol. Die Menge der Kohlensäure wechselt zwischen 0,1 und 0,2 p.C.; der Zuckergehalt beträgt 0,2—1,9 p.C., der Dextringehalt 3—5 und noch mehr p.C., der Gehalt an Eiweissstoffen $\frac{1}{4}$—$\frac{3}{4}$ p.C. An Säuren sind neben Kohlensäure Essigsäure, Milchsäure und etwas Bernsteinsäure im Biere enthalten. Nach Versuchen von A. Vogel ist das Verhältniss der Milchsäure zur Essigsäure in frischen Bieren ziemlich constant wie 32:1; beim Stehen an der Luft nimmt der Essigsäuregehalt rasch zu. Gerbsäure ist nicht immer und nur in ganz geringer Menge im Bier enthalten. Die Aschenmenge schwankt zwischen 0,1 und 0,3 p.C., sie besteht nach Martius, welcher ein Erlanger Bier untersuchte, wesentlich aus Kali (37 p.C.), Natron (8 p.C.), Magnesia ($5\frac{1}{2}$ p.C.), Phosphorsäure (32 p.C.), Kieselsäure (11 p.C.) und schwankt natürlich in ihrer Zusammensetzung mit der Zusammensetzung der angewandten Rohmaterialien. Nach Lermer ist in dem Biere eine organische Base enthalten, über deren Natur jedoch noch nichts Näheres bekannt ist. Ausserdem enthält das Bier natürlich sämmtliche Hopfenbestandtheile, Glycerin und Röstgummi.

In Folgendem ist eine Zusammenstellung gegeben, in welcher die Resultate einer Untersuchung von Lermer über die Zusammensetzung verschiedener Münchener Biere enthalten sind.

100 Theile Bier enthalten:

	Alkohol.	Extract.	Eiweiss.	Asche.	Phosphorsäure in 100 Thln. Asche.
Hofbräuhaus-Bockbier . .	5,08	7,83	0,87	0,28	34,18
Hofbräuhaus-Sommerbier .	3,88	4,93	0,43	0,23	32,05
Hofbräuhaus-Weissbier . .	3,51	4,73	0,53	0,15	26,57
Spaten-Bockbier	5,23	8,50	—	—	—
Zacherl-Salvatorbier . .	4,49	9,63	0,67	—	—
Löwenbräu-Winterbier . .	3,00	5,92	—	0,25	29,28

Die folgende Zusammenstellung zeigt den Alkohol- und Extractgehalt verschiedener deutscher und auswärtiger Biere.

100 Theile enthalten:

	Alkohol.	Extract.
Bayerisches Jungbier	3,3—4	5—6
„ Lagerbier	4,4—5,1	4—5
Münchener Schenkbier	3,8—4	5,4—6,3
„ Lagerbier	4,3—5,1	5
Würzburger Lagerbier	4,0—4,7	4,4
Münchener Bockbier	4,3—4,8	8,6—9,4
„ Salvatorbier	4,6	9,0—9,4
Prager Lagerbier	4,8	10
Nürnberger Lagerbier	3,8—4,0	4—6
Bamberger Schenkbier	4,2	5,9
„ Lagerbier	4,1	4—6
Brüssler Lagerbier	5,5	3,4
Culmbacher Lagerbier	4,2	4—6
Erlanger Lagerbier	3,8	4—6
Porter (Barclay und Perkins, London)	5,4	6,0
London Porter	6,9	6,8
Burton Ale	5,9	14,0—19,3
Scotch Ale	8,5	10,9
Braunschweiger Mumme	2,4	39,0—45

7. Verwendung der Rückstände und Nebenproducte.

Die Rückstände der Bierfabrikation finden noch weitere Verwendung. Die Abschöpfgerste, die tauben beim Einweichen oben auf dem Wasser schwimmenden Körner, werden als Viehfutter verbraucht; ebenso die Treber. Der sich über der Treber ablagernde schlammige Theil, der Malzteig, dient ebenfalls als Viehfutter, oder kann selbst zu Brot verbacken werden. Der Gehalt der Treber an Stärkemehl rührt zum Theil von einer zu hohen Temperatur beim Darren her, theils daher, dass beim Einmaischen die Temperatur von 75° nicht richtig eingehalten wurde. Die von dem Malz abgesiebten Keime werden als Düngemittel verwendet; ebenso die ausgekochten Hopfen.

Die Hefe findet in der Branntweinbrennerei und der Bäckerei vielfache Verwendung.

8. Analyse des Biers.

Bestimmung der Kohlensäure. Die Kohlensäure kann im Bier in der Weise bestimmt werden, dass man aus einem bestimmten Quantum desselben die Kohlensäure durch Zusatz von Barytwasser ausfällt, den gebildeten Niederschlag abfiltrirt, auswascht und trocknet.

Da derselbe jedoch nicht aus reinem kohlensaurem Baryt besteht, muss die Kohlensäure noch nach einer der bekannten Methoden darin bestimmt werden. Die Luft muss bei der Fällung mit Barytwasser fern gehalten werden.

Ein anderes Verfahren zur Bestimmung der Kohlensäure besteht darin, dass man ein gewogenes Quantum Bier auf 40° erwärmt, durch Schütteln von der Kohlensäure befreit und dann den Gewichtsverlust bestimmt, welcher durch das erfolgte Entweichen der Kohlensäure bedingt ist.

Bestimmung der Gesammt-Extractmenge. Man wägt ein bestimmtes Quantum Bier in einer LIEBIG'schen Trockenröhre ab, verdampft das Bier in einem auf 100—120° erhitzten Salz- oder Oelbade im trocknen Luftstrome ein und erhitzt so lange weiter, als noch Gewichtsverlust eintritt. Das Gewicht des Rückstandes giebt den Extractgehalt in dem angewandten Bierquantum an. Man kann auch eine bestimmte Menge Bier in der Platinschale auf dem Wasserbade eindampfen und den Rückstand nachher bei 100—110° trocknen und wägen; man thut aber dann gut, dem Biere vor dem Eindampfen eine gewogene Menge reinen Sandes zuzusetzen.

Eine einfachere und leichtere Prüfungsmethode ist die von FUCHS, die hallymetrische Probe. Diese Probe gründet sich darauf, dass nach FUCHS 36 Theile reines Kochsalz sich in 100 Theilen Wasser (oder 1 Thl. in 2,778) lösen. 100 Theile Würze lösen nun um so weniger Kochsalz, je weniger sie Wasser, je mehr sie also Extract enthalten. Die Menge des gelösten Kochsalz giebt also die Menge des in der Würze enthaltenen Wassers an und also die Menge des Extractes. Enthält die Flüssigkeit Alkohol, so bindet dieser einen Theil des Wassers und nimmt demselben seine Fähigkeit, Kochsalz zu lösen. Bier löst daher aus zwei Ursachen weniger Kochsalz, als ein gleiches Gewicht Wasser: weil es Malzextract und weil es Alkohol enthält. Man hat daher zwei Proben zu machen, um jedes dieser Momente zu bestimmen. FUCHS nimmt 1000 Gran (16 Gran = 1 Gramm) Bier, kocht es in einem Kölbchen bis zur Hälfte oder ein Drittel ein, wodurch alle Kohlensäure, der Alkohol und ein Theil des Wassers entweicht. Man mischt dann so viel Wasser hinzu, dass das Gewicht der Flüssigkeit wieder genau 1000 Gran ist. Es werden nun 360 Gran reines Kochsalz, welches von ganz gleichmässigem feinem Korn sein muss, abgewogen, zu der Flüssigkeit gebracht und durch Schütteln darin gelöst. Ein Theil des Kochsalzes wird ungelöst bleiben. Um dessen Menge zu bestimmen, giesst man die Flüssigkeit mit dem ungelösten Kochsalz

in das Hallymeter (Fig. 97), welches aus einer nur am oberen Ende offenen 35 Millimeter weiten Glasröhre a besteht, an die unten bei b ein enges, 5 1/2 Millimeter im Lichte weites Glasrohr angeschmolzen ist. Das obere Rohr a ist bis zur Verengerung 90 Millimeter hoch, das untere Rohr hat von b an 85 Millimeter Länge, die Länge des ganzen Hallymeters beträgt 200 Millimeter. In dem unteren engeren Rohr setzt sich das Kochsalz ab, und wenn das Kochsalzpulver aus ganz gleich grossen Körnern besteht (was durch Sieben zu erreichen ist), die durch Zusammenstossen so viel als möglich dicht gelagert sind, so entspricht das Volumen hier immer einem bestimmten Gewicht. Man erfährt also das Gewicht des ungelösten Kochsalzes aus seinem Volumen, indem jeder Theilstrich der Röhre b einem Gran Kochsalz entspricht. Bleiben z. B. 21 Gran ungelöst, waren also 339 Gran Kochsalz gelöst, so enthalten 1000 Gran des gekochten Bieres 339 × 2,778 oder 942 Wasser, also 58 Gran Extract.

a, b, 25, 20, 15, 10, 5

Fig. 97.

Bei einem zweiten Versuch werden 1000 Gran Bier mit 330 Kochsalz versetzt, im Wasserbade auf 35—40° erhitzt und durch Umschwenken von der Kohlensäure befreit. Sie kann durch den eintretenden Gewichtsverlust bestimmt werden. Die zugesetzte Kochsalzmenge wird sich in dem Bier nicht vollständig lösen, das Gewicht des ungelösten Theils wird, wie angegeben, durch Abmessen bestimmt. Die gelöste Menge giebt, mit 2,778 multiplicirt, wieder die Menge des lösenden Wassers und durch die Differenz den Gehalt an Extract und an wasserhaltendem Weingeist. Da jenes schon durch den ersten Versuch bekannt ist, so ist durch die Differenz auch die Menge des wasserhaltenden Weingeistes bekannt. Nun ist aber der Gehalt dieses Weingeistes an absolutem Alkohol nicht immer derselbe; er enthält bei steigendem Alkoholgehalt des Biers verhältnissmässig mehr Wasser beigemengt.

Hier ist nachstehende Tabelle II zu benützen. Eine andere, Tabelle I, giebt in der Spalte A den Gehalt der Würze oder des gekochten Biers an Extract an, berechnet aus dem von 360 Gran bleibenden Rückstande. Die Spalte B dieser Tabelle giebt den dem Salzrückstand von 330 Gran entsprechenden Gehalt an Extract und Weingeist in ungekochtem Bier. Den Gehalt dieses Weingeistes an Alkohol findet man dann in der Tabelle II, indem man die gefundene Weingeistmenge in der Spalte a aufsucht, dessen Gehalt an absolutem Alkohol sich dann nebenstehend in b findet.

Tabelle I.

Salzrückstand.	Gehalt an Extract. A	Gehalt an Extract und Weingeist. B	Salzrückstand.	Gehalt an Extract. A	Gehalt an Extract und Weingeist. B	Salzrückstand.	Gehalt an Extract. A	Gehalt an Extract und Weingeist. B
0	—	83	14	39	122	28	78	161
1	–	86	15	42	125	29	81	164
2	—	87	16	44	128	30	83	167
3	—	92	17	47	131	31	86	169
4	–	94	18	50	133	32	89	172
5	—	97	19	53	136	33	—	175
6	—	100	20	56	139	34	—	178
7	—	103	21	58	142	35	—	181
8	22	105	22	61	144	36	—	183
9	25	108	23	64	147	37	—	186
10	28	111	24	67	150	38	—	189
11	31	114	25	69	153	39	—	192
12	33	117	26	72	156	40	—	194
13	36	119	27	75	158			

Tabelle II.

Weingeist. a	Absoluter Alkohol. b	Weingeist. a	Absoluter Alkohol. b	Weingeist. a	Absoluter Alkohol. b	Weingeist. a	Absoluter Alkohol. b
39	21,5	67	37,6	95	52,1	123	66.5
40	22,0	68	38,1	96	52,6	124	67.0
41	22,6	69	38,6	97	53,1	125	67.6
42	23,2	70	39,1	98	53,7	126	68.1
43	23,7	71	39,6	99	54,2	127	68.6
44	24,3	72	40,2	100	54,7	128	69.1
45	24,8	73	40,7	101	55.2	129	69,6
46	25,4	74	41,2	102	55,7	130	70,1
47	25,9	75	41,7	103	56,2	131	70.6
48	26,5	76	42,2	104	56,8	132	71.3
49	27,0	77	42,8	105	57,3	133	71.8
50	27,6	78	43,3	106	57,8	134	72.3
51	28,2	79	43,9	107	58.3	135	72.8
52	28,7	80	44,3	108	58.8	136	73,3
53	29,3	81	44,8	109	59,3	137	73,8
54	29,8	82	45,4	110	59,8	138	74,3
55	30,4	83	45,9	111	60,4	139	74,8
56	30,9	84	46,4	112	60,9	140	75,3
57	31,6	85	46,9	113	61,4	141	75,8
58	32,2	86	47,4	114	61,9	142	76,3
59	32,8	87	48,0	115	62,4	143	76,8
60	33,4	88	48,5	116	62,9	144	77,3
61	34,0	89	49,0	117	63,4	145	77.8
62	34,6	90	49,5	118	63,9	146	78.3
63	35,2	91	50,0	119	64,5	147	78,8
64	35,8	92	50,5	120	65.0	148	79,3
65	36,4	93	51,1	121	65,5	149	79.8
66	37,0	94	51,6	122	66,0	150	80,3

Ein Beispiel wird das ganze Verfahren veranschaulichen. 1000 Gran frisches Bier mit 330 Gran Kochsalz geschüttelt, verloren 2 Gran an Gewicht = Kohlensäure. Es blieben ungelöst 22 Gran = einem Gehalt an Extract + Weingeist (nach Tabelle IB) von 144 Gran. Nach dem oben angeführten Versuch liess das gekochte Bier von 360 Gran Salz 21 Gran ungelöst, enthielt also nach IA 58 Gran Extract, demnach 144—58 = 86 Gran Weingeist. Diese enthalten nach IIa und b 47,4 Gran absoluten Alkohol. Das Bier enthielt demnach in 100 Theilen:

Kohlensäure . .	0,2
Extract	5,8
Alkohol	4,7
Wasser	89,3
	100,0.

Bestimmung des Zuckers und Dextrins. Man dampft ein abgewogenes Quantum Bier bis zur Syrupconsistenz ein, behandelt den Rückstand, um den Zucker zu extrahiren mit Alkohol und wiederholt diese Operation so oft, bis sämmtlicher Zucker aufgelöst ist, die alkoholischen Auszüge werden vereinigt, zur Trockne eingedampft und der zurückbleibende Zucker getrocknet und gewogen. Zur Bestimmung des Dextrins wird der in Alkohol ungelöst bleibende Theil des syrupösen Rückstandes mit Wasser verdünnt und mit Schwefelsäure gekocht. Dadurch wird das Dextrin in Zucker umgewandelt und kann dann mittelst der FEHLING'schen Kupferlösung bestimmt werden.

Bestimmung des Alkohols. Ausser dem oben bei der hallymetrischen Bierprobe beschriebenen Verfahren der Alkoholbestimmung giebt es noch eine grosse Zahl von mehr oder weniger genauen Methoden, den Alkoholgehalt im Bier zu ermitteln.

Nach einer häufig angewandten Methode bringt man eine abgewogene Menge Bier in eine Retorte oder einen Kochkolben, verbindet dieses Gefäss mit einem LIEBIG'schen Kühler und destillirt etwa 1/3 des Biers ab. Das Destillat wird in einem Gefäss vereinigt, umgeschüttelt und der Alkoholgehalt desselben mittelst eines Alkoholometers festgestellt. Damit kein zu heftiges Schäumen eintritt, kann man etwas Gerbsäure zusetzen, welche die gelösten Eiweisskörper fällt.

In dem Vaporimeter von GEISSLER in Bonn wird der Alkoholgehalt einer beliebigen wässrigen Flüssigkeit durch die Tension ermittelt, welche die betreffende Flüssigkeit bei 100° zeigt. Dabei muss aber das Bier vorher wegen seines Kohlensäuregehaltes mit Kalk behandelt werden. Die Tension ist dann um so grösser, je alkohol-

reicher die Flüssigkeit ist. Der Apparat besteht aus einem Glasgefäss, in welches das zu untersuchende Bier gebracht wird und welches mittelst Wasserdampf auf 100° erhitzt werden kann. Zur Messung der Tension resp. des Drucks ist dieses Glasgefäss mit dem kurzen Schenkel eines zweischenkligen Rohres verbunden, dessen zweiter, langer Schenkel dazu dient, die Tension resp. gleich den Alkoholgehalt nach dem Stande des Quecksilbers in demselben abzulesen.

Wein.

1. Geschichtliches. 2. Die Weintraube und deren Bestandtheile. 3. Bereitung des Mostes. 4. Gährung des Mostes. 5. Verbesserung geringer Weine. 6. Verarbeitung der Weintrestern auf Wein (Petiotisiren). 7. Bestandtheile des Weins. 8. Krankheiten des Weins und Conserviren desselben. 9. Verfälschungen des Weins. 10. Prüfung von Most und Wein. 11. Verwerthung der Rückstände.

1. Geschichtliches.

Der Wein ist seit den ältesten Zeiten bekannt. Wir wissen z. B. schon von den alten Indiern, dass der Genuss des Weines den Brahminen verboten, nur dem ausserhalb dieser Kaste stehenden Volke erlaubt war. In Egypten war er ebenfalls schon in den ältesten Zeiten bekannt und auch hier nur dem gemeinen Volk erlaubt, während die Könige sich dessen enthalten mussten. Auch aus der ältesten Geschichte der Israeliten haben wir Nachrichten, welche beweisen, dass dieses Volk mit dem Weine bekannt war. Nur den Leviten war er an den Tagen, an denen sie heilige Handlungen celebriren mussten, nicht erlaubt. Die Griechen kannten den Wein ebenfalls in ihren frühesten Zeiten, schon in ihrer Mythologie spielt er eine nicht unbedeutende Rolle. Von den Griechen ging der Genuss des Weines auf die Römer über, welche jedoch ihren Jünglingen und Frauen das Geniessen von Wein durch Gesetze verboten. Doch wurde er trotz dieser Gesetze in späteren Zeiten bei Gelagen und Bacchanalien von allen Römern in grosser Masse genossen. Die Gallier und die Deutschen lernten die Bereitung und den Genuss des Weines von den Römern kennen.

Die ursprüngliche Heimat des Weinstocks sollen die Ufer des schwarzen und des caspischen Meeres sein, wo noch jetzt ganze Wälder von gewaltigen Rebenranken durchschlungen sind.

Merkwürdigerweise fand man auch bei der Entdeckung Amerika's schon die Weinrebe vor, hat aber neuerdings daselbst auch europäische Sorten angepflanzt.

2. Die Weintraube und deren Bestandtheile.

An der Weintraube unterscheidet man zwei Haupttheile: den Kamm und die Beere. Der erstere besteht im Wesentlichen aus

Holzfaser, enthält unter Anderem jedoch auch eine nicht unbeträchtliche Menge Gerbsäure, welche, wenn die Trauben mit den Kämmen ausgepresst werden, mit in den Most und den Wein gelangt. Auch noch andere Bestandtheile, Pflanzensäuren, Salze etc. gehen mit der Gerbsäure in den Most, wesshalb bei Herstellung feinerer Weinsorten die Kämme vor dem Pressen entfernt werden.

Die Traubenbeere besteht aus Hülse, Saft und Kernen. Die Hülse der Beere besteht aus einer feinen Haut, die von sehr dichter Zellsubstanz gebildet ist, aber auch etwas Kieselsäure und Stickstoffverbindungen eingemengt enthält. Zunächst unter der Epidermschicht der Hülse findet sich ein krautartiges Gewebe, welches den Farbstoff, sowie Gerbsäure, Stickstoffverbindungen, etwas ätherisches Oel und Salze enthält. Der Saft ist von der Hülse hermetisch umschlossen, ist aber noch von Zellen und Gefässen durchsetzt. Er ist seiner Zusammensetzung nach im Wesentlichen zu betrachten als eine Lösung von Traubenzucker und Fruchtzucker in Wasser. Ausserdem enthält er jedoch auch Eiweisskörper, Pectin, Farbstoffe, organische Säuren und Salze gelöst, Bestandtheile, welche beim Most näher angegeben sind. Die Saftmenge beträgt etwa 94—97 p.C. von dem Gewicht der Beere. Die Kerne enthalten Cellulose, inkrustirende Substanz, fettes Oel (circa 12 p.C. vom Gewicht), ätherisches Oel, Gerbsäure, Stickstoffverbindungen und Aschenbestandtheile.

Man unterscheidet bis jetzt über 1000 verschiedene Varietäten von Reben, welchen natürlich auch immer eine bestimmte Traubensorte entspricht. Die wichtigsten davon sind in Folgendem zusammengestellt.

1. Orleans, bildet gelbe sehr zuckerreiche Beeren, wird jetzt bei uns weniger als früher angebaut, weil der daraus bereitete Wein zu wenig Bouquet hat.

2. Riessling, die Trauben sind klein und fest, ebenso die einzelnen Beeren, welch' letztere hell grünlich-gelb gefärbt sind. Sie liefern einen starken, bouquetreichen Wein, wie z. B. den Johannisberger, Rüdesheimer, Rauenthaler, Brauneberger, überhaupt die besten Sorten Rhein- und Moselweine.

3. Traminer, hat kleine feste Beeren von rother Farbe und liefert sehr starke Weine, so z. B. den Forster, Wachenheimer, St. Johanner etc., überhaupt die besten Hardtweine.

4. Rother Clevener oder Ruländer, besteht aus rothen Beeren, die sehr früh reifen.

5. Blauer Clevener, wird in Burgund und bei Bordeaux, auch im Aarthal und am Rhein gezogen.

6. **Elbling**, grünlich-gelbe Beeren, die einen nicht sehr starken Wein liefern. Die Traubensorte wird sehr viel gezogen.

7. **Gutedel**, stammt aus Spanien und bildet sehr hochgelb gefärbte, stark durchscheinende Beeren mit sehr süssem Saft.

Von Traubensorten, die für die Weinbereitung von Bedeutung sind, seien noch die folgenden hervorgehoben. Von weissen Sorten: der Sylvaner oder Oesterreicher, der Veltliner, Muscateller (Spanien), Ortlieber (Elsass); von blauen resp. schwarzen Sorten: blaue Sylvaner (Oesterreicher), blaue Tokayer, blaue Klöpfer (Pfalz), blaue Gänsfüsser (Italien), blaue Trollinger (Italien), blaue Malvasier (Italien), schwarze Traminer, schwarzer Elbling, Affenthaler, Türkheimer etc.

3. Bereitung des Mostes.

Der Most ist der ausgepresste Saft der Traubenbeeren. Er geht durch eine Gährung in den Wein über. Seine Bereitung zerfällt in zwei Operationen: erstens das Lesen und zweitens das Pressen oder Keltern der Trauben.

Das Lesen der Trauben darf erst nach erlangter vollkommener Reife derselben ausgeführt werden, weil erst dann das Maximum des Zuckergehaltes gebildet ist. Diese Reife ist abhängig von der Traubensorte, von den klimatischen Verhältnissen im Allgemeinen, sowie von dem guten oder schlechten Wetter des betreffenden Jahres. Es giebt ebenso verschiedene Traubensorten, welche unter den gleichen klimatischen Verhältnissen zu verschiedenen Zeiten reifen, als es vorkommt, dass ein und dieselbe Traubensorte im wärmeren Klima und bei sonnigem, warmem Wetter früher reift, als in kälterem Klima und bei trübem, kaltem Wetter. Man kann desshalb keinen bestimmten, sich immer gleichbleibenden Zeitpunkt beim Lesen der Trauben einhalten, man muss sie eben lesen wenn sie vollkommen reif sind, was in warmen Jahrgängen rascher eintritt als in kalten, im Allgemeinen bei uns aber in die erste Hälfte des Oktober fällt. Vollkommen unrationell ist es, wie es an einigen Orten Oesterreichs gehalten wird, dass man jedes Jahr am gleichen Tage mit dem Traubenlesen beginnt.

Die einzelnen Trauben werden mittelst des Rebmessers oder einer Scheere vorsichtig abgeschnitten, damit nicht einzelne Beeren sich durch zu starke Erschütterung loslösen und verloren gehen. Die abgeschnittenen Trauben werden in Bütten zusammengeworfen und in den Pressraum transportirt. Hier werden sie, wenn es sich um Herstellung feinerer Weinsorten handelt, sortirt, d. h. die faulen und un-

reifen Trauben werden ausgelesen und für sich getrennt auf schlechtere Weinsorten verarbeitet.

An manchen Orten wird diese Sortirung schon während des Lesens ausgeführt, indem man zwei oder mehr Lesen hintereinander hält, bei der ersten nur die reifen Trauben abschneidet, die unreifen dagegen zum Nachreifen stehen lässt, um sie dann einer zweiten Lese zu unterwerfen, wobei man dann noch einmal eine Trennung der reifen und noch nicht reifen ausführen kann. Immer sind bei diesen getrennten Lesen die Trauben der ersten die besten. Wenn es sich blos um Herstellung ganz gewöhnlicher Weine handelt, so werden die abgeschnittenen Trauben sammt den Kämmen gepresst, sollen dagegen feinere Weinsorten dargestellt werden, so sind vor dem Pressen oder Keltern die Kämme zu entfernen, weil aus diesen beim Pressen zu viel Gerbsäure in den Most resp. Wein kommen würde. Man erreicht diese Trennung durch das Abbeeren, eine Operation, welche meistens mittelst Handarbeit ausgeführt wird, für die aber auch schon eigene Maschinen construirt sind. Im ersteren Falle streift man die Beeren mittelst der Hand oder einer dreizinkigen Gabel ab, oder man zerreibt die Trauben auf weiten Holz- oder Eisengittern, die nur die einzelnen Beeren nicht aber die Kämme durchfallen lassen. Die Maschinen ahmen die Operationen der Handarbeit nach und bestehen demnach entweder aus Sieben, über welchen die Trauben mittelst Rührvorrichtungen so herumbewegt werden, dass die Beeren hindurchfallen, oder die Beeren werden durch Gabeln abgestreift.

Das Zerdrücken oder Zerquetschen der Traubenbeeren, das nun folgt, hat den Zweck, die Hülsen der Beeren zu zersprengen, so dass bei dem darauf folgenden Pressen der Saft ausfliessen kann. Es wird entweder mittelst Handarbeit oder mit Hülfe von Maschinen ausgeführt.

An den Orten, wo man die Kämme vor dem Pressen nicht von den Beeren trennt, werden die Trauben in grossen Holzbütten vereinigt und mit blossen Füssen getreten oder mit hölzernen Keulen zerdrückt. Zuweilen haben die Bütten auch doppelten Boden, von welchen der obere durchlöchert ist, während der Saft sich über dem unteren ansammelt und abgelassen werden kann, oder man hat auch Bütten, welche nur einen durchlöcherten Boden haben und welche beim Zerquetschen auf andere Gefässe gestellt werden, in welche der ausgequetschte Saft abfliesst.

Die Traubenquetsche wird in neuerer Zeit statt des Zerdrückens der Trauben durch Treten oder mittelst Handarbeit mit Vortheil angewandt. Sie besteht meist aus zwei sich in entgegengesetzter

Richtung drehenden glatten Walzen aus Holz oder Eisen, auf welche die Trauben oder Traubenbeeren durch einen Holztrichter aufgegeben werden. Statt der glatten hat man auch cannelirte Walzen in Anwendung gebracht.

Meistens bringt man die zerquetschten Trauben resp. Beeren sofort unter die Presse, manchmal aber lässt man auch die ganze Masse noch einige Tage stehen, indem unter Umständen der Wein bouquetreicher wird.

Die Vorarbeiten, welche vor dem Keltern mit den auf Rothwein zu verarbeitenden Trauben vorgenommen werden, weichen von dem beschriebenen Verfahren ab. Würde man blaue oder rothe Trauben gleich nach dem Lesen oder Zerquetschen keltern, so würden sie ebenso wie die weissen Trauben nur einen weissen Wein liefern, da der rothe Farbstoff in Wasser unlöslich ist. Man lässt desshalb bei der Bereitung des Rothweins die Trauben oder die Beeren vor dem Keltern 2—3 Tage bis 3 Wochen, hie und da noch länger in einem lose bedeckten Gefäss, einem Bottich oder einer Kufe, stehen. Der durch die nun erfolgende Gährung gebildete Alkohol löst dann zu gleicher Zeit mit der vorhandenen Weinsäure den Farbstoff auf und der Wein wird gefärbt. Zu gleicher Zeit wird auch eine beträchtlichere Menge Gerbsäure aus den Hülsen und, falls die ganzen Trauben verwendet wurden, aus den Kämmen gelöst, wodurch der Wein etwas herbe, aber zu gleicher Zeit auch haltbarer wird, indem ein Theil der Hefesubstanz durch die gelöste Gerbsäure gefällt wird.

Wenn der Saft auf Hülsen und Kämmen gährt, so erheben diese sich bei der stürmischen Gährung auf der Oberfläche und bilden den Hut. In dieser mit Wein getränkten Masse bildet sich bei Berührung mit Luft leicht Essigsäure. Man muss aus diesem Grunde die längere Einwirkung der Luft verhindern, entweder durch öfteres Umrühren oder durch Gährenlassen in Fässern oder indem man in den Kufen unter der Oberfläche der Flüssigkeit einen Rost anbringt, so dass dieser Rost bei der Gährung den Hut unter der Flüssigkeit zurückhält.

Das Pressen, Keltern oder Trotten der zerquetschten Trauben oder der nach dem Zerquetschen von dem Saft getrennten Hülsen wird entweder auf einfachen Hebelpressen oder auf Schraubenpressen ausgeführt.

Bei der Hebelpresse oder Baumpresse wird der Druck mittelst eines 30—50 Fuss langen schweren Hebelbaumes ausgeführt, der entweder durch sein eigenes Gewicht oder zu gleicher Zeit auch durch einen darauf beweglichen mit Steinen gefüllten Schlitten den Druck hervorbringt.

Die Schraubenpressen sind von der Construction der gewöhnlichen Buchbinderpressen; sie wirken mittelst der Schraubenspindel und Schraubenmutter nach unten auf eine Pressfläche, auf welcher die Trauben oder die Beerenreste ausgebreitet sind. Die Pressfläche ist meistens aus Holz und mit einem erhöhten Rand versehen, durch welchen der ausgepresste Most nach einem gemeinsamen Abflussstutzen geleitet wird. Neuerdings hat man auch Pressflächen aus Eisen, welche vor denen aus Holz den grossen Vorzug haben, dass sie leichter gereinigt und rein erhalten werden können, indem das Holz Saft aufsaugt, der durch einfaches Abwaschen nicht entfernt werden kann.

Die ORTHLIEB'sche Presse unterscheidet sich von den obigen nur dadurch, dass der Pressraum keine breite Pressfläche hat, sondern aus einem eisernen Cylinder besteht, welcher mit der auszupressenden Traubenmasse gefüllt wird.

Bei der Presse von WENIGER befindet sich die zu pressende Traubenmasse in einem cylindrischen, aus starken eichenen Latten gebildeten Behälter, der mit festen Reifen umspannt ist. Zuerst wirkt ein mittelst Kurbel in Bewegung zu setzender hölzerner Presskolben von oben her, zuletzt ein Presskolben, der durch Drehung der vorher festgestellten Spindel in Bewegung gesetzt wird, von unten her gegen die Traubenmasse. Der zwischen den Latten abfliessende Saft wird in einer um den Lattencylinder herumlaufenden Rinne gesammelt und nach einem gemeinsamen Gefäss geleitet. Diese Presse hat vor den anderen den Vorzug, dass die Trestern oben und unten ganz gleichmässig ausgepresst werden, während bei dem einseitigen Druck der anderen Pressen und in Folge der Elasticität der Trestern die oben liegende Partie stärker ausgepresst wird als die untere.

Auch hydraulische Pressen hat man bei der Mostbereitung in Anwendung gebracht, und es ist nicht einzusehen, wesshalb sie nicht auch hiebei gute Dienste leisten sollten. Allerdings empfehlen sie sich nur für grössere Weinculturen und muss bei ihrem Gebrauch darauf gesehen werden, dass man den Druck nicht zu weit treibt, indem sonst nicht blos der eigentliche Most, sondern auch noch andere schlecht schmeckende Pflanzensäfte ausgetrieben werden.

Das Schleudern in Centrifugen anstatt des Pressens ist in neuerer Zeit von verschiedenen Seiten empfohlen worden.

Nach BALARD und ALCAN erhält man beim Schleudern mit vorhergehendem Hindurchtreiben der Trauben zwischen zwei cannelirten Walzen und dem Keltern derselben Trauben folgende Resultate. 100 Kilogramm Trauben gaben:

	beim Schleudern	Keltern
Most	79,141 Kilogr.	77,068
Trestern	20,214 „	18,601
Verlust	0,645 „	4,313

Darnach erhält man beim Schleudern eine bessere Ausbeute als beim Pressen und zieht man noch in Rechnung, dass die nöthige Arbeitskraft bei ersterem Verfahren eine geringere ist, als bei letzterem, so hat allerdings das Schleudern bedeutende Vorzüge. Grosse Verbreitung hat es jedoch bis jetzt noch nicht gefunden.

Der Most ist in den verschiedenen Stadien seiner Bereitung von verschiedener Güte. Der beim Abbeeren, beim Zerquetschen und zu Anfang des Pressens erhaltene Most, der von den reifsten Traubenbeeren stammt, ist der süsseste und wird Vorlauf, der daraus bereitete Wein Vorwein genannt. Der beim stärkeren Pressen ausfliessende Saft ist reicher an Pflanzensäuren, wird desshalb häufig von dem ersteren getrennt und liefert den Nachwein. Der Tresterwein oder Lauer wird erhalten durch Vermischen der ausgepressten Trestern mit Wasser und nochmaliges Auspressen der Masse. Man erhält dadurch eine verdünnte Flüssigkeit, die bei der Gährung einen dünnen Wein liefert.

Die nach dem Keltern der Trauben zurückbleibenden Trestern erfahren die verschiedenartigste Anwendung. Nach Petiot gewinnt man aus denselben durch Vermischen mit Wasser und Zucker, Gährenlassen und Auspressen der Masse noch einen trinkbaren Wein, indem Hülsen und Kerne hinreichend Bouquet liefern*. Vielfach werden die Trestern auf Branntwein, Essig, auch auf Pottasche verarbeitet; man kann sie ferner benützen als Düngemittel, als Viehfutter, zur Herstellung von Grünspan, von Leuchtgas, von Frankfurter Schwarz. Nach einem Verfahren von Ilgen kann man sie zu gleicher Zeit auf Leuchtgas trocken destilliren und den kohligen Rückstand zu einer schönen schwarzen Farbe vermahlen.

Bestandtheile des Mostes. Der Most ist im Wesentlichen zu betrachten als eine Auflösung von Traubenzucker und Fruchtzucker in Wasser. Die Auflösung enthält neben Zucker jedoch noch eine grosse Zahl anderer Stoffe, wenn auch nur in relativ geringer Menge, aufgelöst: Eiweisskörper, Pectin und Pectose, Pflanzenschleim, organische Säuren, namentlich Weinsteinsäure, unter Umständen Traubensäure, etwas Aepfelsäure, Gerbsäure und Citronensäure, eine je nach der Weinsorte variirende Menge Farbstoff, fette Oele, Aschenbestandtheile,

* Siehe weiter unten »Petiotisiren«.

bestehend aus Kali, Natron, Kalk, Magnesia, etwas Thonerde, Eisenoxyd und Manganoxydul, gebunden theilweise an Pflanzensäuren, theilweise an Chlor, Schwefelsäure, Phosphorsäure und etwas Kieselsäure.

Die folgenden Analysen von Traubenmost sind von FRESENIUS und SCHLIEPER ausgeführt.

	I.	II.	III.	IV.	V.
Trauben- und Fruchtzucker	10,590	13,780	15,14	17,28	19,24
Freie Säure	0,820	1,020	0,56	0,75	0,66
Eiweissartige Stoffe . . .	0,622	0,832	—	—	—
Lösl. Pectinstoffe, Pflanzenschleim, Farbstoff . .	—	—	3,46	—	2,95
Fettstoffe und organ. Säuren	0,220	0,498	—	—	—
Aschenbestandtheile . . .	0,377	0,360	—	—	—

Nr. I. ist Kleinberger von 1855, II. ein weisser österreichischer Wein von 1854, III. Riessling von Oppenheim von 1855, IV. rother Assmanshäuser von 1856, V. Johannisberger Riessling von 1850.

Der Zuckergehalt zeigt grössere Schwankungen, als sie in obiger Zusammenstellung enthalten sind, er variirt zwischen 8 und 30 Procenten.

Die Asche ist von sehr variabler Zusammensetzung, sie enthält zwischen 17 und 30 p.C., ausnahmsweise bis 70 p.C. Kali, zwischen 3 und 17 p.C. Phosphorsäure, ausserdem noch beträchtlichere Menge Kalk (1—5 p.C.), Magnesia (½—5 p.C.) und Schwefelsäure (1—5 p.C.), auch kohlensaure Salze.

Der Zuckergehalt des Mostes wird mittelst des specifischen Gewichtes ermittelt. Es wird davon weiter unten in einem eigenen Capitel die Rede sein.

4. Gährung des Mostes.

Die Gährung des Mostes wird durch dasselbe Ferment, die Hefe, bewirkt, wie die Gährung der Bierwürze und demgemäss sind auch die entstehenden Producte, als solche genommen, dieselben wie bei dieser. Der Zucker des Mostes zerfällt durch die Einwirkung des Fermentes in Alkohol und Kohlensäure, etwas Glycerin und Bernsteinsäure, und ein geringer Theil desselben wird zur Bildung von Hefenzellensubstanz verbraucht.

Die dem Wein eigenthümlichen Bestandtheile, besonders die Aetherarten, welche sein Bouquet bedingen, sind keine directen Producte der Gährung, sind vielmehr Producte gewöhnlicher chemischer Prozesse, die theils während, theils nach der eigentlichen Gährung verlaufen.

Man unterscheidet bei der Weingährung drei Stadien: die Hauptgährung, die Nachgährung und die Lagergährung.

Die Hauptgährung des Mostes wird von selbst eingeleitet durch Keime oder Sporen pilzartiger Gebilde, welche in der Luft in Form von Staub enthalten sind. Sie gelangen in den Most theils direct durch Berührung des Mostes mit der atmosphärischen Luft, theils durch die Beeren und Kämme der Trauben, welche in Folge ihrer langewährenden Berührung mit der Luft mit solchen Sporen und Keimen bedeckt sind. Werden die Trauben ausgepresst, so gelangt von diesen anhaftenden Keimen eine hinreichende Menge in den Most, um das Ferment zu bilden. Die Bildung dieses die Gährung hervorrufenden Fermentes ist andererseits dadurch bedingt, dass der Most die nöthigen Nahrungsmittel für die Entstehung und das Wachsthum der Hefepilze enthält. Es sind dies vornämlich eiweissartige Stoffe, Zucker, Kalisalze und phosphorsaure Verbindungen. Das sich bildende Ferment ist in jeder Beziehung ganz dasselbe wie das Ferment der Biergährung, die Bierhefe, und man kann desshalb auch mittelst letzterer den Most ebensogut zu Wein vergähren lassen, als mittelst des sich selbst bildenden Weinfermentes.

Man unterscheidet auch bei der Weingährung zwischen Obergährung und Untergährung, ohne dass jedoch die Sorgfalt darauf verwendet wird, eine richtig verlaufende Obergährung oder Untergährung zu bewirken, wie bei der Vergährung der Bierwürze. Die erstere verläuft bei einer Temperatur zwischen 15 und 20°; man bedient sich derselben hauptsächlich zur Erzeugung alkoholreicher, also feuriger Weine im südlichen Frankreich, in Spanien, Italien, Oesterreich, theils auch in Ungarn. Die mittelst Obergährung erzeugten Weine haben jedoch den Nachtheil, dass sie arm an Bouquet sind. Mittelst der viel langsamer, bei einer Temperatur von 5—15° verlaufenden Untergährung erhält man einen zwar etwas alkoholärmeren, dagegen bouquetreicheren Wein. Der Untergährung bedient man sich vorwiegend in Deutschland, insbesondere in den Rheinlanden. Doch auch hier wird oft, wenigstens theilweise, mittelst Obergährung gearbeitet, ein Fall der besonders dann leicht eintritt, wenn das Lesen und Keltern der Trauben bei warmem Wetter stattfindet, der Most also eine verhältnissmässig hohe Temperatur besitzt, wenn er zur Gährung kommt.

Die Nachgährung des Weines ist unter allen Umständen eine in Folge niedriger Temperatur und geringer Zuckermenge sehr langsam verlaufende Untergährung. Es wird dabei der Rest des nach der Hauptgährung noch vorhandenen Zuckers in die Gährungsproducte Alkohol und Kohlensäure, etwas Glycerin und Bernsteinsäure zerlegt. Die beste

Temperatur liegt zwischen 5 und 10°; sie muss jedenfalls so niedrig sein, dass die Nachgährung mindestens 3 Monate Zeit braucht. An manchen Orten dehnt man die Nachgährung auf 5—6 Monate aus. Neben der eigentlichen Gährung verlaufen bei der Nachgährung noch eine Reihe anderer chemischer Prozesse, durch welche aus den vorhandenen Säuren wie Essigsäure und deren Homologen (Propionsäure, Oenanthsäure etc.), Milchsäure, Bernsteinsäure etc. mit Alkohol und Amylalkohol die Säure-Aether gebildet werden, von welchen das Bouquet des Weines herrührt.

Durch neuere Versuche ist dargethan, dass der Jungwein nach vollzogener Nachgährung so viel wie keinen Zucker mehr enthält und dass der süsse Geschmack desselben wesentlich durch den sehr bedeutenden (bis zu 3 p.C.) Glyceringehalt bedingt ist.

Bei der Lagergährung schreitet die Bildung der Säure-Aether fort, der Wein wird also bouquetreicher, eine eigentliche Gährung findet jedoch, da kein Zucker mehr vorhanden ist, nicht mehr statt. Wenn trotzdem der Wein auf Lager noch stärker, das ist alkoholreicher wird, so rührt dies theils von einer allmäligen Vergährung des Glycerins, theils daher, dass durch die Poren der Fässer fortwährend geringe Mengen von Wasser diffundiren und auf der Aussenseite der Fässer verdunsten, während der Alkohol durch die feinen Holzporen nicht hindurch kann. Dadurch findet allmälig eine relative Vermehrung des Alkoholgehaltes im lagernden Wein statt.

Es wird fast noch allgemein angenommen, dass im Frühjahr bei eintretender neuer Vegetation der Pflanzen, besonders der Rebe, im Wein jedesmal eine erneute Gährung eintrete. Diese Annahme ist irrig. Jene Erscheinung ist vielmehr dadurch bedingt, dass im Frühjahr in Folge des Steigens der Temperatur der Luft, also auch der Kellertemperatur der in der Winterkälte auf ein kleineres Volumen zusammengegangene Wein sich wieder ausdehnt und häufig am Spundloch sogar austritt, sowie dass Gase, welche sich in dem kalten Weine in grösserer Menge gelöst hatten, namentlich auch Kohlensäure, aus dem sich erwärmenden Weine austreten und so die Erscheinung der Bildung von Gasen hervorrufen, während weiter nichts als ein Entweichen von vorher gelösten Gasen stattfindet.

Beim Lagern verliert der Wein ganz allmälig einen Theil seiner Kohlensäure, ohne dass, da keine weitere Gährung erfolgt, wieder neue Kohlensäure gebildet wird. Immerhin wird jedoch die Kohlensäure mit einer bemerkenswerthen Festigkeit zurückgehalten, wenn man bedenkt, dass auch in gut verspundeten Fässern durch die Poren derselben eine fortwährende Diffusion zwischen der Kohlensäure des Weins und der

umgebenden Luft stattfindet. Der Wein kann Jahrzehnte lang gelagert haben, ohne dass er bei gutem Verschluss mehr als etwa die Hälfte bis ein Drittel seines Kohlensäuregehaltes eingebüsst hat. Es rührt diess jedenfalls hauptsächlich her von der grösseren Löslichkeit der Kohlensäure in Alkohol und in alkoholischen Flüssigkeiten.

Die Frage, ob man der Luft während der Gährung Zutritt zum Wein gestatten soll oder nicht, ist bis jetzt noch nicht mit voller Klarheit beantwortet. Sicher ist es, dass die Hauptgährung rascher verläuft, wenn man gleich bei Beginn der Gährung Luft durch den Most hindurchpresst. Es sind für diesen Zweck verschiedene Apparate construirt, mittelst welcher die Luft durch Centrifugalkraft aus hohlen Rührwerken durch den Most geschleudert, oder mittelst Blasebalg mit Brausenspitze in den Most gepresst wird. Der mit Luft behandelte Wein soll haltbarer sein, als der bei Luftabschluss vergohrene, weil durch die Einwirkung des Sauerstoffs der Luft stickstoffhaltige leicht zersetzliche Stoffe oxydirt und als fester Niederschlag abgeschieden werden. Jedenfalls muss aber die Gährtemperatur bei dieser Art der Behandlung des Mostes eine sehr niedrige sein, weil sonst beträchtliche Mengen der flüchtigen, das Bouquet liefernden Stoffe oxydirt oder mit fortgerissen werden. Da man übrigens schon die Beobachtung gemacht hat, dass sich unter Umständen ätherische Oele nur bilden und halten, wenn der Luftsauerstoff mit wirksam ist, so wird auch hier in jedem speciellen Fall durch Versuch entschieden werden müssen, ob das Bouquet eines Weines durch Behandlung mit Luft vermehrt oder verringert wird.

Auch für die Nachgährung ist vorgeschlagen worden, den Wein in offenen Kufen, ähnlich wie bei der Untergährung des Biers, bei niedriger Temperatur vergähren zu lassen. Der Wein wird zwar haltbarer in Folge der Abscheidung der stickstoffhaltigen Stoffe, aber meist ärmer an Bouquet.

Während der Lagergährung findet eine langsam verlaufende Oxydation gewisser stickstoffhaltiger Stoffe statt, welche, wenn sie nicht durch diese Oxydation zerstört oder ausgeschieden würden, den Wein in Zersetzung brächten, namentlich zur Bildung beträchtlicher Mengen von Essigsäure Veranlassung gäben. Der Zutritt der Luft findet statt durch die Poren der Fässer, in welchen der Wein gelagert ist. Für manchen Wein, für welchen die auf diese Weise hineingelangende Luftmenge zu gering ist, empfiehlt es sich, das Spundloch blos mit Watte zu verstopfen, um der Luft freieren Zutritt zu gestatten. Diesenfalls wird aber das Fass mit einem Firniss überzogen, damit nur solche Luft zutreten kann, welche durch Filtration durch den Wattpfropfen

von den darin herumschwebenden Keimen und Sporen befreit ist, weil bei der grossen Luftmenge sonst leicht Essigbildung eintreten könnte.

Ausführung der Gährung. Die Gefässe, in welchen man die Hauptgährung verlaufen lässt, sind meist grosse Kufen, welche aus Holz, aus Sandsteinplatten, aus mittelst Cement verbundenen gebrannten Steinen angefertigt sind. In neuerer Zeit sind auch Glasplatten zur Anfertigung von Gährkufen in Vorschlag gebracht worden, haben jedoch keine Verbreitung finden können. Ein passender Deckel verhindert zu reichlichen Luftzutritt, während ein Loch, oder ein enges Rohr in dem Deckel, der Kohlensäure den Austritt aus dem Gefäss gestattet. Um das Eindringen von Luft ganz zu verhindern bringt man an manchen Orten ein Ventil an, welches nur durch den Druck der Kohlensäure von innen gehoben und geöffnet wird. Das Gährröhrchen von Kölges und Bamberger erfüllt denselben Zweck. Es besteht aus einem zweimal rechtwinklig gebogenen Glasrohr, welches mit dem einen Ende in dem Spundloch befestigt ist, während das andere Ende in ein Gefäss unter Wasser taucht. Die Kohlensäure kann dabei wohl von innen durch das Wasser entweichen, dagegen Luft von aussen nicht in das Gährgefäss zum Most gelangen. In dem Deckel der Gährkufe befindet sich, wenn es mit der Kufe fest verbunden oder sehr gross ist, ein Einfüllloch, durch welches der Most mit oder ohne Trebern eingebracht und die Rückstände herausgenommen werden. Seitlich oder von oben her durch den Deckel ist ein Thermometer angebracht, welches in den Wein eintaucht; am tiefsten Theil des Bottichs befindet sich ein Hahn zum Ablassen des Weins.

Statt dieser grossen Kufen bedient man sich in Deutschland vielfach grosser Fässer, deren Spundloch man offen lässt, oder mittelst einer der oben beschriebenen Vorrichtungen verschliesst.

Bei der Gährung des Rothweins, die immer mit den Trestern erfolgt, verwendet man meistens offene Bottiche mit einem durchlöcherten Zwischenboden, der, um das Aufsteigen der Trebern über den Wein zu verhindern, einige Zoll unter dem Flüssigkeitsniveau angebracht ist.

Der in die Gährgefässe gebrachte Most fängt schon nach kurzer Zeit an, sich zu trüben, seine Temperatur erhöht sich ganz allmälig von selbst, es tritt Bildung einer Schaumdecke, Entwicklung von Kohlensäure ein und die ganze Flüssigkeit kommt in Bewegung. Lässt man mit den Trestern gähren, so werden auch diese mit an die Oberfläche gerissen und erleiden, wenn sie längere Zeit mit der Luft in Berührung kommen, eine saure Gährung. Um dies zu verhindern ist der oben erwähnte Siebboden unterhalb des Flüssigkeitsniveau's angebracht, durch

welchen die Trestern verhindert werden, an die Oberfläche zu steigen. In den ersten Tagen steigert sich die Temperatur fortwährend, bis sie circa 5° über die Aussentemperatur gestiegen ist, in gleichem Maass nimmt auch die Entwicklung der Kohlensäure zu, wird geradezu stürmisch und nimmt nach beendeter Hauptgährung wieder so weit ab, dass man kein Entweichen von Kohlensäure mehr bemerkt. Alsdann klärt sich auch wieder die trübe Flüssigkeit, indem sich die gebildete Hefe zu Boden setzt. Die Dauer der nun beendigten Hauptgährung ist nach der Temperatur des Gährraums verschieden. In Deutschland verläuft sie gewöhnlich innerhalb 8—14 Tagen, in Frankreich für gewöhnliche Weine meist in 3—8 Tagen, im Departement l'Hérault in 12—14 Tagen. An einzelnen Orten, an welchen besonders feiner Wein gezogen wird, lässt man 4—6 Wochen gähren.

In dem Maasse als der Most vergährt, vermindert sich in Folge der Zersetzung des Zuckers und der Bildung von Alkohol das specifische Gewicht der Flüssigkeit und man hat desshalb durch die Beobachtung des specifischen Gewichts ein Mittel an der Hand, den Vorlauf der Gährung zu beurtheilen.

Da bei der oft sehr stürmisch werdenden Hauptgährung nicht unbeträchtliche Mengen Alkohol, sowie von den ätherischen, das Bouquet bildenden Stoffen mit fortgerissen werden, ist es zweckmässig in warmen Gährräumen den Most mittelst Kühlröhren oder Eisschwimmern (siehe S. 427) so stark abzukühlen, dass nur Untergährung erfolgt.

Um den mit der Kohlensäure entweichenden Alkohol zu gewinnen, sind die verschiedenartigsten Vorrichtungen construirt. Eine sehr einfache besteht in dem sogenannten hydraulischen Spund, bei welchem die Kohlensäure sich durch das Wasser eines mit dem Spund in Verbindung stehenden hydraulischen Verschlusses hindurchdrücken muss, wobei dann der Alkohol von dem Wasser zurückgehalten wird. Die Menge des entweichenden Alkohols kann auf $^1/_2$ p.C. des Alkohols im Weine steigen.

Die entweichende Kohlensäure kann zur Darstellung von doppelt kohlensaurem Natron, von Bleiweiss etc. benützt werden; meist lässt man sie aber unbenützt entweichen.

Nach beendigter Hauptgährung wird der Wein auf grosse Fässer mit der Vorsicht abgezogen, dass die Hauptmasse der abgesetzten Hefe in dem Gährgefäss zurückbleibt. Auf diesen Fässern verläuft dann die Nachgährung in Zeit von 3—6 Monaten. Dabei werden dieselben immer bis zum Spund voll erhalten, damit nicht der Wein der Luft eine zu grosse Oberfläche darbiete, in Folge dessen sehr leicht Essigsäurebildung eintreten könnte.

Während dieser Nachgährung wird auf dem Boden des Fasses fortwährend Hefe abgeschieden, während sich zu gleicher Zeit die Innenwandungen mit einer krystallinischen Kruste von Weinstein überziehen, welcher als in einer alkoholischen Flüssigkeit, wie es der Wein durch die Gährung geworden ist, unlöslich, sich allmälig ablagert.

Der aus den später entleerten Fässern von Zeit zu Zeit herausgeschlagene rohe Weinstein besteht im Wesentlichen aus saurem weinsteinsaurem Kali, enthält aber ausserdem noch kohlensauren Kalk, weinsteinsauren Kalk, etwas Eisenoxyd, Farbstoff, Hefenreste etc.

Nach beendigter Nachgährung werden die Fässer entweder vollkommen aufgefüllt und verschlossen, oder man füllt den Wein gleich auf die Lagerfässer ab. Hier bleibt er verschlossen so lange liegen, bis sich wieder eine beträchtlichere Menge eines Absatzes gebildet hat, worauf man ihn von Neuem abzieht und umfüllt, entweder wieder auf Fässer oder gleich auf Flaschen. Dieses Abziehen muss bei sehr langem Lagern des Weines von Zeit zu Zeit wiederholt werden.

Die Fässer, in welche der Wein umgefüllt wird, müssen vorher sehr gut gereinigt werden, weil noch vorhandene Schimmelpilze zur Bildung von Essigsäure Veranlassung geben. Zur Zerstörung derartiger Fermentkörper werden die Fässer geschwefelt, besser mittelst Wasserdampf ausgedämpft.

Das Schönen oder Klären wird nur mit solchen Weinen ausgeführt, welche nach beendigter Gährung nicht klar geworden sind; es hat zum Zweck, die im Wein suspendirten trübenden Theile fortzuschaffen, um zu verhindern, dass dadurch bei Erhöhung der Temperatur im Frühjahr oder Sommer eine neue Nachgährung beginnt. Bei rothen Weinen, die Gerbstoff enthalten, wendet man zum Schönen Eiereiweiss, Gelatine, Blut oder reine Leimlösung an, die mit dem Gerbstoff des Weines eine unlösliche Verbindung bilden. Diese Verbindung schlägt sich nieder und reisst die trübenden Theile mit zu Boden.

Bei weissen Weinen, welche keinen oder nur wenig Gerbstoff enthalten, setzt man zuerst etwas Gerbstoff in Form von Eichenrinde oder Galläpfeln hinzu oder man schönt mit Hausenblase wie beim Bier. Die Flüssigkeit muss beim Schönen in vollkommener Ruhe sein, damit der Leim sich nicht in einzelnen Flocken, sondern netzartig in zusammenhängender Masse abscheidet.

Man hat auch noch andere Mittel zum Schönen des Weins in Vorschlag gebracht, wie z. B. Milch oder Sahne, die durch das gerinnende Casein, Holzspähne, die durch den Gerbsäuregehalt wirken. Papierbrei, Gyps, Thonerde, Alaun etc. sind ebenfalls zum Schönen des Weins empfohlen worden. Bis jetzt wird jedoch hauptsächlich mit Hausenblase

oder mit Eiweiss geschönt. Die Schönungspulver enthalten meist nur einen oder mehrere der angeführten Stoffe.

5. Verbesserung geringer Weine.

Die Verbesserung des Weins bezweckt entweder eine Vermehrung seines Alkoholgehaltes, oder eine Verminderung des Säuregehaltes, oder endlich Beides zu gleicher Zeit. Auch das fehlende Bouquet wird neuerdings durch künstliche Mittel nicht selten zu ersetzen gesucht. Je nach den speciellen Zwecken, die man verfolgt, wird dabei schon der Most oder erst der Wein in Behandlung genommen.

Das Chaptalisiren, eine der ältesten Weinverbesserungsmethoden, bezweckt eine Vermehrung des Alkoholgehaltes und unter Umständen auch eine Verminderung des Säuregehaltes. Es wird in der Weise ausgeführt, dass man dem Most, falls er mehr als 0,6 p.C. Säure enthält, so viel kohlensauren Kalk zusetzt, dass der Säuregehalt auf jene Zahl heruntergeht. Zur Erhöhung des Alkoholgehaltes wird Rohrzucker zugesetzt, welcher bei der darauffolgenden Gährung zuerst in Traubenzucker übergeht, der dann ebenso wie der schon im Most vorhandene Zucker in Alkohol und Kohlensäure vergährt.

Gallisiren des Weins. Das Verfahren, welches Gall zur Verbesserung des Weins vorgeschlagen hat, bezweckt Verminderung des Säuregehaltes und Vermehrung des Alkoholgehaltes bei schlechten Weinsorten, namentlich von missrathenen Jahrgängen. Die Verminderung des Säuregehaltes wird in der Weise ausgeführt, dass der Most mit so viel Wasser versetzt wird, dass sein Säuregehalt auf 0,5—0,6 p.C. heruntergeht. Dem nun verdünnten Most wird hierauf so viel Traubenzucker zugesetzt, dass der Gesammtzuckergehalt desselben gegen 20 p.C., der Zuckergehalt starker Mostsorten, beträgt. Alsdann lässt man auf die gewöhnliche Weise gähren.

Das Gallisiren empfiehlt sich besonders in schlechten Jahrgängen, in welchen nur ein zuckerarmer, dagegen säurereicher Most erzielt wird; man kann dann einen sonst kaum trinkbaren, wenn auch nicht in einen sehr feinen, bouquetreichen, wohl aber in einen guten, trinkbaren Wein umwandeln. Da der gallisirte Wein ausserdem noch den Vorzug grosser Haltbarkeit besitzt, so ist durchaus nicht einzusehen, wesshalb in einzelnen Ländern das Gall'sche Weinverbesserungsverfahren noch immer verboten ist.

Der zum Gallisiren verwandte Traubenzucker wird im Grossen durch Behandlung von Stärke mit verdünnter Schwefelsäure dargestellt. Er kommt im Handel desshalb meist unter dem Namen Stärkezucker vor, unterscheidet sich aber vom reinen Traubenzucker nur dadurch,

dass er beträchtliche Mengen Dextrin enthält. Traubenzucker, welcher empyreumatische Beimengungen enthält, darf, da sich diese dem Weine beimengen, nicht genommen werden.

Zur Verminderung des Säuregehalts des Weins kann man auch die freie Säure durch neutrales weinsteinsaures Kali, durch kohlensauren Kalk oder durch Zuckerkalk theilweise abstumpfen.

Zur Vermehrung des Alkoholgehaltes liess man früher den Wein frieren und entfernte die Eisstücke, welche nur etwas zersetztes Eiweiss und ausgeschiedenen Weinstein mit sich führen. Auch durch directen Zusatz von Weingeist, den man durch Destillation aus Wein selbst darstellte, oder von sonstigen ganz reinen Spiritussorten wird der Alkoholgehalt des Weins nicht selten erhöht. Durch Zusatz von Gyps, welcher einen Theil des Wassers bindet, kann der Alkoholgehalt ebenfalls relativ erhöht werden.

Das Scheelisiren des Weins hat den Zweck, zu sauren Geschmack desselben abzustumpfen * und seine Süssigkeit zu erhöhen durch einen Zusatz von 1—3 p.C. Glycerin. Es darf nur reinstes destillirtes Glycerin genommen werden. Der scheelisirte Wein ist in Folge seines Glyceringehaltes von grosser Haltbarkeit, auch nimmt seine Süssigkeit, da das Glycerin so viel wie gar nicht vergährt, nicht ab, während ein mit Zucker gesüsster Wein leicht eine nachträgliche Gährung erleidet, in Folge dessen oft ein Umschlagen eintritt.

Zur Vermehrung des Weinbouquets werden oft Auszüge von Traubenblüthen zugesetzt.

Schon seit einigen Jahren wurden in Frankreich Versuche gemacht, welche bezwecken, den Wein durch Electrisiren zu conserviren und zu verbessern. Veranlassung dazu gab die Beobachtung, dass Wein, welcher aus durch den Blitz zerstörten Fässern ausgelaufen war, bedeutend an Wohlgeschmack zugenommen hatte.

Das Verfahren besteht darin, dass der electrische Strom mittelst Platinelectroden längere Zeit durch den Wein geleitet wird. Nach verschiedenen Mittheilungen soll mittelst dieses Electrisirens gewöhnlicher rother Moselwein in einen feinen Rothwein umgewandelt, neuer Wein sofort trinkbar gemacht worden sein.

* Wenn STAHLSCHMIDT in seiner Gährungschemie (S. 84) sagt, man verwende zum Naturalisiren der Säure im Wein unsinniger Weise das Glycerin, so muss man ihm gegenüber GROTHE (MUSPRATT-STOHMANN V, S. 1117) in dem Sinne Recht geben, dass durch das Glycerin keine chemische Neutralisation der Säure eintreten kann, vielmehr nur ein Verdecken des sauren Geschmacks durch das süsse Glycerin erfolgt. Ein durch Glycerin »entsäuerter« Wein hat desshalb noch dieselbe unangenehme Wirkung auf die Verdauung, wie der nicht entsäuerte.

6. Verarbeitung der Weintrestern auf Wein (Petiotisiren).

Das Verfahren der Gewinnung von Wein aus den Trestern nach Petiot beruht darauf, dass man den ausgepressten Trestern die bouquetbildenden Stoffe, welche sie noch in grosser Menge enthalten, durch Uebergiessen und Gährenlassen mit Zuckerwasser entzieht. Die Trestern enthalten nach dem Keltern noch eine so bedeutende Menge weinbildender Substanzen, dass damit vergährendes Zuckerwasser noch vollkommen den Geruch und Geschmack eines guten Weins annimmt. Die fehlenden Substanzen wie Gerbstoff, Weinstein etc. können dem Weine nachträglich zugesetzt werden.

Die Trestern werden mit einem dem zuerst ausgepressten Most entsprechenden Quantum Zuckerwasser mit der Vorsicht übergossen, lass sie zur Verhütung von Essigsäurebildung möglichst wenig mit der Luft in Berührung kommen. Dem Zuckerwasser giebt man denselben Zuckergehalt, den der bei der ersten Pressung erhaltene Most zeigt, und lässt dasselbe bei einer Temperatur von 22°—28° C. mit den Trestern so lange gähren, bis es wieder klar geworden ist. Alsdann wird die vergohrene Flüssigkeit abgezogen und nach leichtem Auspressen der Trestern durch dasselbe Quantum Zuckerwasser ersetzt, mit welchem man ebenfalls eine Gährung verlaufen lässt. Die Operation kann noch dreimal wiederholt werden, so dass im Ganzen 5 Aufgüsse erfolgen. Die erhaltenen Aufgüsse werden vereinigt und, falls der Säuregehalt zu gering ist, mit so viel Weinsteinsäure versetzt, dass 0,5—0,6 p.C. freie Säure vorhanden ist. Der fehlende Gerbstoff wird in Form des käuflichen Tannins, allenfalls fehlender Farbstoff durch Zusatz von Malvenblüthen, der fehlende Alkohol durch Weingeist, der von Wein abdestillirt wurde, ersetzt.

Bis jetzt ist das Petiotisiren hauptsächlich nur mit Trestern von Rothwein ausgeführt, obgleich nicht einzusehen ist, wesshalb es nicht auch zur Herstellung von Weisswein Verwendung findet. Der dadurch erzielte Wein ist stark, reich an Bouquet, haltbar, von schöner Farbe und oft sogar von besserem Geschmack als der erste Mostwein, da dieser in schlechten Jahrgängen leicht zu sauer ist, während er petiotisirte Wein meist nur sehr wenig von der ursprünglichen Säure des Traubensaftes enthält, da diese mit dem Most ausgepresst wird.

7. Bestandtheile des Weins.

Der Wein ist zu betrachten als ein mehr oder weniger verdünnter Alkohol, welcher noch eine Reihe von Stoffen enthält, die ihm seine specifischen Eigenschaften ertheilen. Man nennt einen Wein süss, wenn er unvergohrenen Zucker enthält. Unvergohrenen Zucker enthal-

ten besonders Weine, welche aus sehr zuckerreichem Most bereitet sind. In einem solchen Most kann nicht sämmtlicher Zucker vergähren, weil die Hefenvegetation unterbrochen wird, sobald sich eine bestimmte Menge Alkohol gebildet hat. Es verhindert demnach das Gährungsproduct, wenn es in hinreichender Menge gebildet ist, selbst die weitere Vergährung und es bleibt auf diese Weise unvergohrener Zucker im Wein, der Wein bleibt süss. Auch ein beträchtlicherer Glyceringehalt kann den Wein süss machen. Sauer sind die Weine von hohem Säuregehalt; doch ist dieser letztere nicht allein massgebend. Es kann ein Wein, welcher verhältnissmässig wenig Säure enthält, saurer schmecken als ein solcher von grösserem Säuregehalt, wenn in letzterem der saure Geschmack durch einen beträchtlichen Gehalt an Glycerin verdeckt wird oder wenn er im Verhältniss zur Säure auch viel Alkohol enthält.

Die Stärke des Weins ist durch den Alkoholgehalt bedingt, je mehr Alkohol. desto stärker der Wein. Man nennt einen Wein schwer. wenn er ausser hohem Alkoholgehalt noch beträchtlichere Mengen der höheren Homologen des Alkohols (Propyl-, Butyl-, Amyl- etc. Alkohol) und deren Aldehyde enthält.

Nach MAUMENÉ hat der Wein etwa die folgende mittlere Zusammensetzung:

Bestandtheil	p.C.
Wasser	90,0—89,1 p.C.
Alkohol	8,0— 7,9 „
Homologe des Alkohols (Propyl-, Butyl-, Amylalkohol etc.) und deren Aldehyde Säure-Aether (Essigäther, Oenanthäther etc.) Aetherische Oele Traubenzucker Glycerin Schleim und Gummi Pectin Farbstoffe Fette Proteinkörper Weinsäure und Traubensäure an Kali, Kalk, Ammoniak und Eisenoxydul gebunden Kohlensäure Freie Weinsäure- und Traubensäure	2,0— 3,0 „

Aepfelsäure	2,0—3,0 p.C.
Bernsteinsäure	
Citronensäure	
Milchsäure	
Essigsäure	
Gerbsäure	
Aschenbestandtheile	

Von diesen Stoffen sind die folgenden erst während der Gährung entstanden: der Alkohol und dessen Homologe sowie deren Aldehyde, die Säure-Aether, das Glycerin, die Bernsteinsäure, Milchsäure, Essigsäure und Kohlensäure. Die übrigen waren schon im Most enthalten. In neuster Zeit hat man im Wein auch ein eigenthümliches Alkaloïd, sowie Trimethylamin aufgefunden.

Extractgehalt des Weins nennt man den festen Rückstand, der hinterbleibt, wenn man ein gewogenes Quantum Wein auf dem Wasserbade eindampft. Die Menge desselben ist je nach den verschiedenen Weinsorten äusserst variabel, schwankt nicht weniger als zwischen 1 und 20 p.C. Es sind jedoch vornämlich nur die süssen, noch zuckerhaltigen Weine, welche über 5 p.C. Extractgehalt zeigen, während die gewöhnlichen Weine durchschnittlich nur 3—5 p.C. enthalten.

Der Alkoholgehalt kann nach verschiedenen Methoden bestimmt werden, die weiter unten beschrieben sind. Je mehr Zucker ein Most enthält, desto mehr Alkohol wird gebildet und desto stärker ist der daraus gewonnene Wein.

Folgende Zusammenstellung enthält den mittleren Alkoholgehalt verschiedener Weinsorten nach HELLENTHAL in Gewichtsprocenten:

Portwein	18—20 p.C.
Madeira	18—19 „
Teneriffa	16—18½ „
Griechischer Wein	15—18 „
Malaga	12—16 „
Lacrimä Christi	12—15 „
Tokayer	10—20 „
Lunel	10—13 „
Californischer Wein	10—14 „
Somlauer	10—12 „
Bordeaux	9—12 „
Burgunder	9—11 „
Pfälzer	9—10 „
Gewöhnlicher Ungarwein . . .	9—10 „

Rheinwein	8—10 p.C.
Moselwein	8—10 „
Amerikan. Wein (Ohio, Missouri)	8—10 „
Aarwein	7,9—11,1 „
Französischer Rothwein . . .	7—11 „

Die folgenden Alkoholbestimmungen verschiedener Rhein-, Mosel- und anderer deutscher Weine sind von Lüdersdorf (I) und von Geiger (II) ausgeführt.

	I.	II.	
Rüdesheimer	—	12,7	p.C.
Scharlachberger	—	12,7	„
Geisenheimer	—	12,6	„
Markobrunner	9,4	11,6	„
Steinberger	6,7	10,9	„
Liebfrauenmilch	—	10,6	„
Forster Riessling	10,0	—	„
Oppenheimer	9,9	—	„
Niersteiner	8,8	—	„
Brauneberger	7,9	—	„
Zeltinger	7,3	—	„
Ungsberger	6,8	—	„
Pisporter	6,7	—	„
Grüneberger	6,5	—	„
Naumburger	6,4	—	„

Die folgende Zusammenstellung von Payen giebt den Alkoholgehalt verschiedener französischer und einiger anderen Weine:

	p.C.
Porto und Madeira . .	18—20
Bagnouls, Xeres, Lacrimä Christi	17
Alter Madeira	16
Roussillon	14—16
Jurançon, weiss . . .	15,2
„ roth	13,7
Lunel	13,7
St. Georges, Malaga, Cyperwein	15,0
Vauvert	13,3
Frontignan	11,8
Ermitage, weiss . . .	15,5
Côte-Rôtie	11,3

	p.C.
Claret (nach London exportirter Bordeaux) . . .	13,0
Blaye	10,25
Libourne	9,55
Saint-Emilion	9,18
Parsac	9,45
La Réole	8,50
Cubzac	8,75
Chateau-Laffitte und Chat.-Margaux	8,7
Chateau-Latour	9,3
Weisser Wein von Sauterne	15
„ „ „ Beaune .	12,2
„ „ „ Barrac .	14,7

	p.C.		p.C.
Weisser Wein von Poudensac	13,7	Giscours und Leoville .	9—9,1
Cher-Wein	8,7	Laroze-Kirwan . . .	9—9,8
Coteaux d'Angers . .	10—12,9	Cantenac	8,7—9,2
Saumur	8—9,9	Tronquoy-Lalande . .	9—9,9
Meurthe und Mosel .	6,2—11,3	Saint-Estèphe	9—9,7
Chatillon	7,5	Volnay	11
Verrières	6,2	Mâcon	10

In Spanien, Portugal und Frankreich wird den Weinen meist noch ein Zusatz von Alkohol gegeben. Es stammt also nicht sämmtlicher Alkohol der Weine dieser Länder von dem Zucker des Mostes her.

Das Bouquet oder die Blume des Weins ist bedingt durch eine grosse Zahl von Stoffen, die jedoch nur in sehr geringer Menge im Wein enthalten sind. Wenn man eine Zeit lang geglaubt hat, der Oenanthäther sei es fast ausschliesslich, welcher dem Wein seine Blume ertheile, so hat es sich dem gegenüber herausgestellt, dass ausserdem noch eine ganze Reihe anderer Säure-Aether, sowie anderer Verbindungen zu dem Bouquet des Weins beitragen und dasselbe modificiren. So sind namentlich eine grosse Zahl Säure-Aether der Fettsäurereihe nachgewiesen: Essigäther, Propionsäureäther, Buttersäureäther, Caprylsäureäther, Oenanthäther, Caprinsäureäther, Capronsäureäther, Essigsäure-Amyläther, Essigsäure-Capryläther, Buttersäure-Propyläther, Baldriansäure-Amyläther; ferner die Aethersäuren: Amyläpfelsäure, Äthylweinsteinsäure und Amylweinsteinsäure. Auch die Alkohole: Amylalkohol, Propyl- und Butylalkohol, sowie eine geringe Menge Aldehyd und Acetal, wahrscheinlich auch einige aus dem fetten Oel der Traubenkernen stammende ölsauren Verbindungen tragen zum Bouquet des Weins bei.

Die Entstehung der Säure-Aether und der Aethersäuren erfolgt durch Einwirkung der im Wein enthaltenen Säuren auf die Alkohole desselben unter Abscheidung von Wasser. So entsteht z. B. der Essigäther aus Essigsäure und Alkohol nach der Gleichung:

$$C^4H^3O^3,HO + C^4H^5O,HO = C^4H^5O,C^4H^3O^3 + 2HO \text{ oder:}$$

$$\left.\begin{matrix}C^2H^3O\\H\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}C^2H^5\\H\end{matrix}\right\}O = \left.\begin{matrix}C^2H^5\\C^2H^3O\end{matrix}\right\}O + H^2O.$$

Die Bildung geht theils während, theils nach der Gährung, also während der Lagerung des Weins von Statten. Es ist diess je nach der Weinsorte verschieden; manche Weine zeigen schon nach vollendeter Gährung das stärkste Bouquet und büssen bei langer Lagerung davon ein, andere hingegen erlangen erst nach langer Lagerung das Maximum des Bouquets. Die Alkohole sind Producte der Gährung,

der Aldehyd ein Zwischenproduct des Uebergangs von Alkohol in Essigsäure; ebenso wahrscheinlich das Acetal.

Die Säuren und sauren Salze, welche in jedem Wein enthalten sind, tragen, wenn sie nicht in zu grosser Menge vorhanden sind, ebenfalls zum Wohlgeschmack des Weins bei. Die hauptsächlichsten sind: Weinsäure und saures weinsaures Kali (Weinstein), Essigsäure, in italienischen Weinen auch Traubensäure, in rothen Weinen die Gerbsäure. Ausserdem sind geringe Mengen Aepfelsäure, Citronensäure, durch Gährung entstandene Bernsteinsäure, unter Umständen auch Milchsäure in dem Wein enthalten. Die Homologen der Essigsäure: Propionsäure, Buttersäure, Baldriansäure etc. treten nur in ganz geringer Menge und wahrscheinlich nur vorübergehend auf, da sie mit dem Alkohol in die bouquetbildenden Säure-Aether übergehen.

Die Säuremenge (freie Säure oder in Form von saurem Salz vorhandene Säure) ist in den verschiedenen Weinen sehr schwankend; sie schwankt, auf freie Weinsäure umgerechnet, zwischen 0,2 und 0,8 p.C. Der mehr oder weniger saure Geschmack des Weins rührt jedoch weniger her von der absoluten Menge der darin enthaltenen Säure, als vielmehr, wenigstens bei nicht süssen Weinen, von dem Verhältniss der Säure zum Alkohol.

Der Kohlensäuregehalt der Weine nimmt während des Lagerns ab in Folge der Diffusion, welche zwischen der Kohlensäure und der atmosphärischen Luft durch die Poren der Weinfässer hindurch stattfindet. Es wird dadurch ein Theil der Kohlensäure durch Luft ersetzt, von welch letzterer jedoch hauptsächlich nur der Stickstoff als solcher im Weine gelöst bleibt, während der Sauerstoff zum grössten Theil oxydirend wirkt und in die Oxydationsproducte übergeht. Während demnach neue Weine meist mehr als ihr gleiches Volumen Kohlensäure enthalten, sinkt dieser Gehalt durch das Lagern auf 250 C.C. und noch weniger im Liter herab.

Die Farbstoffe der Weissweine sind nur in äusserst geringer Menge vorhanden und noch nicht näher untersucht. Wahrscheinlich sind es Extractivstoffe, die theils aus den Trauben, theils aus dem Holz der Fässer stammen und die durch Oxydation gefärbt sind.

Der Farbstoff des Rothweins, das Oenocyanin oder Weinblau, ist von blauschwarzer Farbe, unlöslich in Wasser und reinem Alkohol, dagegen löslich in Alkohol, der eine geringe Menge Weinsäure enthält. Man muss desshalb annehmen, dass das Oenocyanin bei Bereitung des Rothweins während der Gährung des Mostes mit den Trebern durch den Alkohol und die freie Weinsäure zu gleicher Zeit ge-

löst wird. Durch alkalische Substanzen: Ammoniak, Aetzkali, Soda wird der Farbstoff intensiv blau, durch Säuren roth gefärbt.

Zur Unterscheidung des ächten rothen Farbstoffs von unächtem (Hollunderbeeren mit Alaun und Wasser, Farbstoff der Malven, Heidelbeeren etc.) in Rothweinen ist die zuverlässigste Probe die von Böttger. Man taucht ein mit verdünnter Salzsäure und dann mit Wasser gut ausgewaschenes weisses Schwämmchen einige Minuten in den zu prüfenden Wein und wäscht es nach dem Herausnehmen mit reinem Brunnenwasser aus. War der Wein, in welchen das Schwämmchen getaucht wurde, ächt roth gefärbt, so zeigt sich nach dem Auswaschen fast gar keine Färbung am Schwämmchen, während andernfalls dasselbe eine bläulich-graue Farbe behält.

Der Farbstoff der Rothweine geht mit dem darin enthaltenen Gerbstoff mit der Zeit eine Verbindung ein, welche sich als unlöslicher Niederschlag in den Flaschen absetzt, in Folge dessen eine allmälige Entfärbung des Weins eintritt.

Das Glycerin findet sich im Wein bis zu einer Menge von 3 p.C., beträgt jedoch gewöhnlich unter 1 p.C. Nachgewiesen ist, dass der Glyceringehalt beim langen Lagern der Weine allmälig abnimmt und dass in ganz alten Weinen fast gar kein Glycerin mehr enthalten ist.

Der Gummi, Oenanthin genannt, der sich in manchen Weinen findet und der sich wahrscheinlich aus dem Zucker bildet, ertheilt dem Wein eine dickliche Consistenz. In zu grosser Menge bedingt er eine Krankheit desselben.

Der Aschengehalt der Weine schwankt zwischen 0,2—0,3 p.C. des Weingewichts und zeigt im Wesentlichen dieselbe Zusammensetzung wie die Asche des Mostes, nur mit dem Unterschied, dass weniger kohlensaure Salze darin enthalten sind, indem sich bei der Gährung und Lagerung beträchtliche Mengen Weinstein, aus welchem beim Einäschern kohlensaures Kali gebildet wird, abgeschieden haben. Hauptbestandtheile sind Kali und Phosphorsäure; ausserdem sind Natron, Kalk, Magnesia, Eisenoxyd, sowie etwas Manganoxyd, Kohlensäure, Schwefelsäure und Chlor darin enthalten.

Das saure weinsteinsaure Kali, welches sich in Folge der Alkoholbildung bei der Gährung allmälig in dem rohen Weinstein abscheidet, ist ebenfalls in ganz variabler Menge in den verschiedenen Weinen enthalten. Nach Fauré enthält weisser Bordeaux zwischen 0,1 und 0,15 p.C., rother Bordeaux zwischen 0,06 und 0,2 p.C. saures weinsaures Kali. Auch geringe Mengen weinsauren Kalks sind im Wein enthalten, welche sich ebenfalls in dem rohen Weinstein niederschlagen.

8. Krankheiten des Weins und Conserviren desselben.

Der Wein ist unter Umständen verschiedenen Krankheiten unterworfen, welchen jedoch durch eine gute Behandlung vorgebeugt, falls sie aber schon eingetreten sind, nicht selten durch Anwendung künstlicher Mittel entgegengewirkt werden kann.

Das Sauerwerden des Weins ist die Folge der Essiggährung, bei welcher der Alkohol bei Gegenwart von Luft durch das Essigferment (Essigmutter, Mycoderma aceti) in Essigsäure umgewandelt wird. Auch durch Bildung von Milchsäure aus dem Zucker kann saurer Wein entstehen. Die Säuerung tritt besonders ein bei Weinen, die beträchtlichere Beimengungen von Proteinkörpern enthalten und die leicht, als alkoholarm sind. Zur Verhütung der Säuerung muss der Luftsauerstoff möglichst abgehalten werden, was am Besten dadurch erreicht wird, dass man das Fass entweder immer bis zum Spund gefüllt erhält oder dasselbe, wenn die Nachgährung vorüber ist, gut verspundet. Im Falle man schon Essigkahmen bemerkt, muss der Wein rasch abgezogen werden; er kann dadurch häufig vor weiterer Säuerung bewahrt werden. Auch durch Einleiten von Kohlensäure kann man durch Tödtung der Mycoderma aceti die Säuerung unterbrechen. Das Neutralisiren der gebildeten Säure mittelst concentrirter Kalilauge liefert wohl einen trinkbaren, jedoch keinen dauerhaften Wein.

Sauer gewordene Weine können nicht mehr regenerirt und müssen zur Essigbereitung verwendet werden.

Beim Kahmigwerden des Weins bilden sich auf der Oberfläche desselben Schimmelpflanzen, besonders wenn die Fässer nicht gefüllt und die Keller zu warm sind oder die Spunden nicht gut schliessen. Man kann dieser Krankheit durch das Schwefeln entgegenwirken. Zu diesem Zweck wird der Wein entweder in ein Fass umgefüllt, in welchem man vorher Schwefel verbrannt hat, welches also mit Dämpfen von schwefliger Säure angefüllt ist, oder es wird in dem leeren Theil des Fasses, in welchem sich der kahmige Wein befindet, Schwefel verbrannt. Auch durch Zusatz einer wässrigen Lösung von schwefliger Säure kann man denselben Zweck erreichen.

Das Bitterwerden des Weins, welches häufiger bei alten als bei neuen Weinen auftritt, ist ebenfalls die Folge der Wirkung eines eigenthümlichen Fermentes. Es wird dadurch ein Bitterstoff von noch nicht bekannter chemischer Constitution erzeugt, der schon in kleiner Menge dem Wein einen sehr bittern Geschmack ertheilt. Mittelst Hausenblase oder kohlensaurem Kalk soll man die Bitterkeit solcher Weine hie und da wieder beseitigen können.

Zu süss bleiben die Weine, wenn in Folge zu spät vorgenommener Lese der Wein wegen der niedrigen Lufttemperatur nur in ganz schwache Gährung geräth, die sich oft noch so lange fortsetzt, dass der Wein noch nach Monaten, hie und da nach Jahren süss bleibt.

Die umgeschlagenen oder trübgewordenen Weine sind das Opfer eines eigenthümlichen Fermentes, durch welches die Weinsäure des Weinsteins in Kohlensäure umgewandelt wird, sowie allenfalls vorhandener Zucker und Glycerin zersetzt werden. Das feine Ferment schwimmt dabei in dem Wein herum und trübt denselben; zuletzt wird der Wein sauer. Es sind hauptsächlich die Rothweine, welche dieser Krankheit leicht verfallen. Man kann dem Uebel häufig durch Umfüllen steuern, wobei das Ferment durch Berührung mit Luft niedergeschlagen wird.

Zäh oder lang werden die Weine in Folge der schleimigen Gährung, durch welche der Zucker in Manuit und Pflanzenschleim umgewandelt wird. Das Ferment dieser schleimigen Gährung soll sich aus Pflanzenleim bilden, der während der Gährung und Lagerung in Folge mangelnden Sauerstoffs in Lösung geblieben ist. Durch Zusatz von etwas Gerbstoff (Auszüge von Kämmen und Kernen der Trauben) kann man das Uebel nicht selten heben. Weniger wirksam ist hiebei Berührung mit Luft.

Der Fassgeschmack des Weins zeigt sich bei unreinen Fässern. Dieser Geschmack lässt sich schwer wieder fortnehmen. Am Besten wird der betreffende Wein schnell auf ein neues Fass gezogen und je 230 Liter davon mit 1 Liter reinem Olivenöl gemischt, wobei sich die fremdartige riechende Substanz des Weins zum grossen Theil in dem Oel löst.

Der Rothwein wird zuweilen missfarbig, bläulich oder braun, wenn durch faule Gährung der Weinstein des Weins in kohlensaures Kali verwandelt wird. Durch vorsichtigen Zusatz von Weinsäure bildet sich wieder Weinstein und der Wein erhält wieder seine ursprüngliche Farbe. Gebleichte Weine können nur durch Zusatz fremder Farbstoffe wieder gefärbt werden.

Conserviren des Weins. Schwache Weine vertragen einen weiten Transport nicht so leicht wie starke; man setzt ihnen daher zum Export häufig zwei bis drei p. C. Weingeist zu.

Die Weine halten sich meist besser auf Flaschen als im Fass. Sind jedoch die Korke schlecht, so nimmt der Wein leicht einen Korkgeschmack an. Diess findet auch statt, wenn der Keller feucht ist, in welchem sich Schimmel am Kork bildet. Um letzteres zu verhin-

dern, werden die Flaschen nach dem Korken verharzt oder mit Zinnkapseln bedeckt.

Unter den Mitteln, welche angewendet werden, um den Wein zu conserviren, kann auch das Gefrierenlassen angeführt werden. Es wird dadurch das Niederschlagen der in dem Wein gelösten oder suspendirten stickstoffhaltigen Stoffe, welche zu Fermentbildung Veranlassung geben, beschleunigt, zu gleicher Zeit aber auch dadurch, dass man die Eisstücke herausnimmt, der Wein concentrirt, d. h. alkoholreicher gemacht, indem mit den Eisstücken wesentlich nur Wasser fortgenommen wird.

Pastriren des Weins. Eine andere Methode zur Conservirung des Weines, welche von grösserer Bedeutung ist, rührt von Appert her. Der Wein wird nach Appert auf Flaschen oder anderen hermetisch verschlossenen Gefässen in einem Wasserbade auf 70° erhitzt und hält sich nachher lange Jahre hindurch ohne jede Veränderung. Ein Versuch, welcher nach dieser Methode mit einem Wein von Beaune gemacht wurde, ergab das Resultat, dass in zwölf vorher auf 70° erhitzt geweseneu Flaschen, welche verschiedenen Capitänen auf Seereisen mitgegeben worden waren, nach 2 Jahren der Wein sich noch vollkommen erhalten hatte, ja sein Bouquet und sein Wohlgeschmack sollen sich noch vermehrt haben.

Die conservirende Wirkung des Erhitzens auf 70° beruht jedenfalls darauf, dass bei dieser erhöhten Temperatur jede Art von Hefenvegetation zerstört wird, so dass ohne Zutritt von Luft sich kein Ferment mehr bilden kann.

Es sind in neuester Zeit sehr viele Apparate zum Pastriren des Weins construirt worden, von welchen in Folgendem der Apparat von Rossignol sowie der von Terrel des Chênes beschrieben werden soll. Beide sind practisch erprobt und liefern sehr gute Resultate.

Der Apparat von Rossignol* ist Fig. 98 abgebildet; er besteht aus einem Fasse, dessen Boden durch den kupferneu Kessel C ersetzt ist. Letzterer ist auf seiner Aussenseite verzinnt und verjüngt sich nach oben zu einer offenen Röhre C. Der zu erhitzende Wein wird in das Fass gebracht, während zu gleicher Zeit der mit Wasser gefüllte Kessel mittelst der Feuerung, auf welcher er steht, erhitzt wird. Das Wasser darf dabei nicht zum Kochen kommen, sondern dessen Temperatur wird nur um ein Weniges höher gehalten als die Temperatur, auf welche der zu erhitzende Wein gebracht werden soll. Der Kessel wird nicht entleert und wieder gefüllt, man erhitzt vielmehr mit einer

* Wagner's Jahresber. 1868. S. 525.

und derselben Portion Wasser eine Charge Wein nach der andern. Nachdem der Wein die erforderliche Temperatur von 50—60° erlangt hat, was mittelst des Termometers t beobachtet werden kann, zieht man ihn mittelst des Hahns r und des Kautschukrohrs f in ein vorgelegtes Fass F ab. Das geleerte Fass T wird mit einer neuen zu erhitzenden Partie Wein gefüllt. Bei Unterbrechungen des Betriebs wird das Fass mit Wein, bei langer Dauer der Unterbrechung mit Wasser gefüllt und erhitzt, weil sonst der in dem Fass haften bleibende Wein durch den Einfluss der atmosphärischen Luft Zersetzungen erleidet, die dem später hineingebrachten Wein einen unangenehmen Geschmack ertheilen würden.

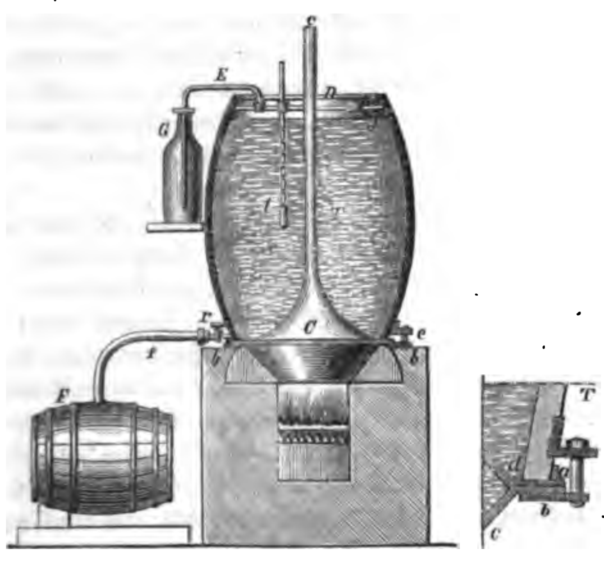


Fig. 98. Fig. 99.

Fig. 99 zeigt die Dichtung zwischen Fass und Kessel am unteren Theil des Apparates; a ist ein verzinnter flacher kupferner Ring, welcher an den Kessel C (Fig. 98) angelöthet ist. Zwischen Fassrand und diesem Ring liegt der Kautschukring d, gegen welchen der Kesselring a so fest angepresst wird, dass vollständige Dichtung vorhanden ist. Die nöthige Pressung wird bewirkt durch Schraubenbolzen, welche einerseits in einem starken eisernen Ring b, andrerseits im Winkeleisen e stecken, die an einem in das Fass eingelassenen eisernen Reifen befestigt sind.

Da man das Fass wegen der Ausdehnung des Weins beim Erhitzen nicht ganz voll füllen kann, demnach über dem Wein sich Luft

befände, welche verändernd auf Farbe und Geschmack des Weins einwirken müsste, so kann man in dem Fassdeckel D das Rohr E aus Glas oder Weissblech befestigen, welches beim Erhitzen des Weins den Volumenzuwachs desselben in die Flasche G leitet. Bei Anwendung dieser Vorrichtung können die Fässer ganz voll gefüllt werden.

Der Wein, welcher heiss auf die Fässer abgezogen wird, zieht sich bei Abkühlung desselben in diesen zusammen und es entsteht dadurch ein Luftraum, den man möglichst rasch mit ebenfalls erhitztem Wein ausfüllt. Statt dessen kann man jedes Fass, nachdem der erhitzte Wein darauf abgezogen ist, mittelst einer Röhre mit einem mit erhitztem Wein gefüllten Gefäss in Verbindung setzen, aus welchem in dem Maasse als der Wein sich zusammenzieht Wein nachgezogen wird.

Fässer, welche nach dem angegebenen Verfahren gefüllt sind, kann man zur See und zu Land überall hin versenden, ohne dass der darin enthaltene Wein einer Krankheit ausgesetzt ist; man kann den Wein ferner sehr lange Zeit liegen lassen, ohne dass ein Abziehen nöthig ist, kann ihn auch über der Erde in weniger kühlen Räumen als im Keller aufbewahren.

Der Rossignol'sche Apparat kostet 140 Frcs. und man kann mittelst desselben in einer Stunde 6 Hectoliter Wein erhitzen mit einem Kostenaufwand von nur 10 bis 12 Centimes pro Hectoliter.

Der Apparat zum Pastriren des Weins von Terrel des Chênes ist in Wagner's Jahresbericht (1870. S. 427) folgendermassen beschrieben. „Der Weinerhitzer (oenotherme) besteht aus drei wesentlichen Theilen, dem Kessel, der Pumpe und dem Zubehör. Der Kessel besteht aus Kupferblech, ist conisch und steht auf einem eisernen Schubkarren; er hat unten 50, oben 40 Centimeter Durchmesser und ist 60 Centimeter hoch; oben befindet sich ein 25 Centimeter hoher trichterförmiger Behälter für das Speisewasser. Der Kessel wiegt sammt dem Karren nur 95 Kilogr. Die Höhe des Apparates mit Einschluss des Karrens und der 85 Centimeter hohen Esse beträgt 2 Meter. Die Feuerung, welche per Stunde 15 Kilogr. Steinkohle consumirt, ist ebenfalls conisch, central und erstreckt sich durch die ganze Höhe des Kessels; sie hat unten 44, oben 20 Centimeter Durchmesser. Zwischen ihr und der äusseren Kesselwand befindet sich also ein ringförmiger Raum, welcher unten 3, oben 10 Centimeter breit ist; in diesem Raume, welcher 45 Liter Wasser fasst, befindet sich ein Schlangenrohr eigenthümlicher Construction. Die bei den Weinfässern angewendeten Hähne haben 2 1/2 Centimeter inneren Durchmesser; diesen Durchmesser hat also auch der Strahl, welchen sie ausfliessen lassen. Um einen Weinstrahl von dieser Dicke während seines Ueberganges aus einem Fasse in ein ande-

res mittelst eines gewöhnlichen Schlangenrohres zu erhitzen, müsste man dieses 11 Meter lang machen; ein solches langes Rohr würde einen grossen Kessel mit wenigstens 300 Litern Wasser erfordern, und zum Erhitzen dieses Wasserquantums würde eine entsprechend grosse Feuerung nothwendig sein; der Apparat würde also bei dieser Einrichtung sehr schwer und kostspielig werden. TERREL DES CHÊNES wollte nun aber den Apparat möglichst leicht und wohlfeil herstellen und desshalb gab er dem Schlangenrohr eine geringere Länge; da aber die Heizfläche desselben nicht verringert werden durfte, so liess er es nicht aus einem einzigen Rohr bestehen, sondern legte viele entsprechend engere Röhren nebeneinander. Das in dem Kessel angebrachte Schlangenrohr besteht demnach aus 40 zinnernen Röhren von 4 Millimeter innerem und 6 Millimeter äusserem Durchmesser und nur 2 Metern Länge, so dass der ursprüngliche Strahl in 40 dünne Strahlen getheilt wird. Alle diese Röhren sind so angebracht, dass sie ½ Centimeter von einander entfernt liegen und dass das heisse Wasser sie immer rings umgiebt. Die Heizfläche des so gebildeten Schlangenrohrs beträgt 1,508 Quadratmeter, während ein einfaches, 11 Meter langes Rohr von 0,025 Meter innerem und 0,035 Meter äusserem Durchmesser nur 1,109 Quadratmeter Heizfläche besitzt. Die Gesammtweite der 40 engen Röhren ist überdies noch etwas grösser als diejenige des einfachen weiten Rohres. Der Kessel ist mit einem Doppelventil versehen, welches so eingerichtet ist, dass, wenn der Dampf es hebt und durch eine Hälfte des Ventils entweicht, durch die andere, mit dem erwähnten trichterförmigen Gefäss communicirende Hälfte desselben kaltes Wasser in den Kessel fliesst, so dass das Wasser immer unterhalb des Siedepunktes bleibt. An dem Ventil ist ferner ein Hebel befestigt, welcher durch eine Kette mit dem Ablasshahn des Kessels in der Weise verbunden ist, dass, wenn man diesen öffnet, um einen Theil des zu heiss gewordenen Wassers ausfliessen zu lassen, dadurch zugleich das Ventil gehoben wird, durch welches kaltes Wasser in den Kessel einfliesst. Die Pumpe, welche man auch zu mancherlei häuslichen Zwecken verwenden kann, ist ebenfalls auf einem Schubkarren angebracht und wiegt mit demselben 98 Kilogramm. Sie drückt durch Compression der Luft im Fass den Wein so weit und hoch als es für die Arbeit nöthig ist; sie kann bis zu 4 und 5 Atmosphären Druck geben."

"Um den Apparat in Thätigkeit zu versetzen, erhitzt man zunächst das Wasser zum Sieden, was in einer Viertelstunde geschehen ist, kühlt es dann durch Anwendung des Ablasshahns, welcher in beschriebener Weise auf das Ventil wirkt, ab, und treibt darauf mittelst der Pumpe den Wein durch das Schlangenrohr." Je nachdem man

diese Pumpe rasch oder langsam gehen lässt, oder den Hahn, durch welchen der Wein in die Erhitzungsröhren fliesst, weit oder weniger weit öffnet, kann die Temperatur des Weines schnell oder nur allmälig gesteigert werden. Die Arbeit der Erhitzung des Weins aus einem 550 Liter fassenden Fasse war bei einem angestellten Versuch in 53 Minuten vollendet; nach einer Viertelstunde zeigte der Wein 50° C. Der Preis eines derartigen Oenotherme's beträgt 1000 Frcs.

Zur Erhitzung des Weins beim Abzapfen vom Fass auf Flaschen hat Terrel des Chênes* ebenfalls einen Apparat construirt, welcher sich dadurch auszeichnet, dass er in Folge seines geringen Gewichtes (25 Kilogr.) leicht von Keller zu Keller transportirt werden kann. Er besteht aus einem kleinen Schlangenrohr, welches durch einen auf einem transportabeln Holzkohlenofen stehenden Kessel hindurchgeht: sein oberes Ende steht mittelst Kautschukrohr mit dem Fasshahn, sein unteres mit einem Schlangenrohr in Verbindung, welches durch ein Gefäss mit sehr kaltem Wasser hindurchgeht. Der Wein fliesst aus dem Fasshahn in das erste Schlangenrohr wird hier auf 50° bis 60° erhitzt, was man mittelst eines Thermometers am unteren Ende des Schlangenrohrs beobachten kann, und fliesst dann durch das zweite Schlangenrohr, welches zur Abkühlung des Weins dient, in die Flaschen. Es können mittelst des Apparates in 2 Minuten 3 Flaschen gefüllt werden.

Die Resultate, welche das Pastriren des Weins bis jetzt lieferte, sind fast ausnahmslos günstige; immer wurde ein sehr haltbarer, den Krankheiten nicht ausgesetzter Wein erhalten. Am weitesten verbreitet ist diese Methode des Conservirens in Frankreich.

9. Verfälschungen des Weins.

Man nennt einen Wein verfälscht, wenn er Stoffe enthält, welche ihm zugesetzt wurden, um gewisse feinere Weinsorten zu imitiren oder seinen Werth zu erhöhen. Als verfälscht müssen auch diejenigen Weine angesehen werden, welche schädliche, der Gesundheit nachtheilige Stoffe enthalten, sofern diese Stoffe absichtlich zugesetzt wurden, um dem Wein gewisse unbeliebte Eigenschaften, wie z. B. zu viel Säure zu nehmen.

Es kommen im Handel grosse Mengen von Wein vor, blosse Nachahmungen bekannter feinerer Weinsorten, welche theils nur aus schlechteren Weinsorten durch Zusatz bestimmter künstlicher Aether, Extracte und Essenzen (Oenanthäther, Salpeteräther, Veilchwurzelextract, Nuss-

---

* Wagners Jahresber. 1870. S. 429.

extract, Chinaessenz, Theeressenz, Muscatessenz etc.) hergestellt, theils aber auch ohne Weinunterlage ganz künstlich fabricirt sind. So wird in Frankreich der Madeira dargestellt aus Weisswein mit einem Zusatz von Colonialzucker, Honig, Branntwein und etwas Hopfenblüthe, in Oesterreich aus einem Gemisch von Klosterneuburger mit Plattensee-Wein mit Zusatz von Nussextract, Bittermandelextract, Candiszucker und Weingeist; der Malaga aus gutem Wein mit braunem Farin, zerquetschten Rosinen und englischem Gewürz; der Portwein aus Rothwein mit Chinaextract und Weingeist etc. etc.

Ganz künstlicher Wein wird aus verschiedenen Gemischen fabricirt, so z. B. aus Kartoffelstärke mit Biermalz und gestossenen Galläpfeln, welchem Gemisch nachdem der Maischprozess beendigt ist, zur Vergährung Wein- und Presshefe zugesetzt, schliesslich ein Zusatz von Borsäure, weinsteinsaurem Kali und Kochsalz gegeben wird. Es ist dies eine Art von Hefenwein, welcher zu unterscheiden ist von denjenigen Hefenweinen, welche bloss aus zu sauren Weinen unter Zusatz von Zuckerwasser und Weinhefe dargestellt werden. Letzteres sind blos verbesserte, während ersteres vollkommen künstlich dargestellte Weine sind.

Für Nachweisung aller dieser Verfälschungen, seien es blose Zusätze, oder seien es ganz künstlich fabricirte Weine, gibt es keine sichere Probe, als die durch Geruch und Geschmack. Ein geübter, bewanderter Weinkenner wird nicht blos die grob gefälschten Weine, sondern auch geringe Zusätze fremder Essenzen und Extracte herausfinden.

Falls zur Abstumpfung der Säure Bleiglätte verwendet wurde, lässt sich das in dem Wein gelöste Blei leicht durch einen Zusatz von Schwefelwasserstoffwasser oder Schwefelammonium nachweisen, welche beiden Reagentien in bleihaltigen Flüssigkeiten einen schwarzbraunen Niederschlag erzeugen.

Auf dieselbe Weise lässt sich auch Kupfer und Zink, vom Aufbewahren des Weins in Gefässen von Kupfer oder Messing herrührend, nachweisen.

Eisenvitriol, welcher hie und da zum Aufdunkeln oder zur Aufbesserung des Geschmacks zugesetzt wird, lässt sich durch einen Zusatz von Ferridcyankalium, welches einen dunkelblauen Niederschlag erzeugt, erkennen.

Sehr vielen Verfälschungen ist die Färbung des Weins ausgesetzt, namentlich werden sehr viele zu schwach gefärbte Rothweine oder weisse Weine durch Zusatz allerdings meist unschädlicher Farbstoffe und anderer Ingredienzien rothgefärbt.

Es ist schon weiter oben (S. 463) angegeben, auf welche Weise man den ächten Rothweinfarbstoff erkennen kann. Zur Nachweisung der verschiedenen unächten Farbstoffzusätze diene folgende Zusammenstellung, welche die bei Zusatz von Bleiessig oder von Alaunlösung und kohlensaurem Ammoniak eintretenden Reactionen enthält:

	mit Bleiessig	mit Alaunlösung und kohlens. Ammoniak
bei reinem Rothwein . . .	bläulichgrau . . .	schmutziggrün
„ Klatschrosen	schmutziggrau . . .	schiefergrau
„ Hollunderbeeren . . .	schmutziggrün . . .	bläulichgrau
„ Heidelbeeren	graugrün	hellviolet
„ Ligusterbeeren	grün	hellgrün
„ Zwerghollunderbeeren . .	bläulichgrau, darüberstehende Flüssigkeit violet bei frischen Beeren, lebhaft grün bei gegohrenen Beeren.	hellviolet
„ Malvenblüthen	dunkelgrün	blauviolet
„ Blauholz	schwach dunkelblau .	dunkelviolet
„ Fernambukholz	weinroth	carmoisinroth.

Falls der rothe Farbstoff erst nach der Gährung des Weins zugesetzt ist, so kann die Verfälschung mittelst des Mikroscops nachgewiesen werden. Die Tropfen von Wein, dessen Farbstoff mitgegährt hat, erscheinen nach dem Eintrocknen unter dem Mikroscop vollkommen homogen, während andernfalls einzelne Farbstoffklümpchen zu bemerken sind.

Die Farbe des Weissweins wird bei zu schwacher Färbung durch vorsichtigen Zusatz gebrannten Zuckers hervorgebracht. Bei zu dunkler Färbung kann man dem Wein durch Schütteln mit frischausgeglühter Thierkohle (Beinschwarz) Farbstoff entziehen.

10. Prüfung von Most und Wein.

Die Prüfung des Mostes erstreckt sich gewöhnlich nur auf seinen Zuckergehalt, seltener auf seinen Gehalt an Säure.

Der Zuckergehalt des Mostes wird mittelst der Mostwage ermittelt. Diese, nach dem Princip des Aräometers construirt, giebt Grade an, welche einem bestimmten Zuckergehalt entsprechen und welche zugleich auch das specifische Gewicht des Mostes anzeigen, wenn man vor die Zahl der Gradanzeige 1,0 setzt. Zeigt also z. B.

Tabelle zur Reduction der Mostgrade auf Procentgehalt an Zucker.

Grade der OECHSLE'schen Mostwage.	p. C. kryst. Traubenzucker.	Grade der OECHSLE'schen Mostwage.	p. C. kryst. Traubenzucker.
41	8,0	76	17,2
42	8,3	77	17,5
43	8,6	78	17,8
44	8,9	79	18,0
45	9,2	80	18,3
46	9,4	81	18,5
47	9,7	82	18,8
48	9,9	83	19,1
49	10,2	84	19,4
50	10,5	85	19,7
51	10,8	86	20,0
52	11,1	87	20,2
53	11,4	88	20,4
54	11,7	89	20,7
55	11,9	90	20,9
56	12,2	91	21,2
57	12,5	92	21,4
58	12,7	93	21,7
59	13,0	94	21,9
60	13,2	95	22,2
61	13,4	96	22,5
62	13,6	97	22,7
63	13,9	98	23,0
64	14,0	99	23,2
65	14,2	100	23,4
66	14,4	101	23,7
67	14,7	102	23,9
68	15,0	103	24,2
69	15,2	104	24,5
70	15,5	105	24,8
71	15,8	106	25,0
72	16,1	107	25,2
73	16,3	108	25,4
74	16,6	109	25,7
75	16,9		

die Mostwage 63°, so ist dies gleich dem spec. Gew. 1,063; 95° der Mostwage ist = 1,095 spec. Gew.; 103° = 1,103 spec. Gew. etc.

Die Mostwage von OECHSLE besteht aus einer Senkspindel aus Silber oder Neusilber von der Form der gewöhnlichen Aräometer, ist also ein geschlossenes hohles cylindrisches Gefäss zum Eintauchen, an welches ein enges Rohr angesetzt ist, auf welchem die Grade aufgetragen sind.

Auch mittelst des BALLING'schen Saccharimeters, auf welchem die Zuckerprocente direct aufgetragen sind, kann der Zuckergehalt des Mostes ermittelt werden.

Bei den angeführten Bestimmungen des Zuckergehalts im Most, welche auf dem specifischen Gewicht desselben basiren, ist angenommen, dass es der Zucker allein ist, welcher das specifische Gewicht des Mostes erhöht. Es sind nun aber ausser diesem noch eine Reihe von anderen Stoffen im Most enthalten, welche sein specifisches Gewicht ebenfalls erhöhen. Dazu gehören die gelösten Proteinstoffe, die organischen Säuren, die Aschenbestandtheile etc. Die folgende Tabelle enthält die corrigirten specifischen Gewichte, welche sich mit Berücksichtigung dieses Umstandes nach einer Durchschnittsannahme für die anderen gelösten Stoffe ergeben.

Corrig. spec. Gew.	p. C. Zucker.	Corrig. spec. Gew.	p. C. Zucker.
1,010	3	1,0657	17
1,016	4	1,0744	18
1,020	5	1,0788	19
1,024	6	1,0832	20
1,028	7	1,0877	21
1,032	8	1,0922	22
1,036	9	1,9967	23
1,040	10	1,1013	24
1,042	11	1,1059	25
1,044	12	1,1106	26
1,048	13	1,1153	27
1,053	14	1,1200	28
1,0572	15	1,1247	29
1,0614	16	1,1295	30

Der Säuregehalt des Mostes wird acidimetrisch (siehe Bd. I. Alkalimetrie und Acidimetrie) bestimmt, nur dass man sich statt der Normalnatronlauge eines Kalkwassers bedient, das mittelst titrirter Schwefelsäure so gestellt ist, dass 27,5 Cubikcentimeter davon 0,06125 Grms. Schwefelsäure, entsprechend 0,075 Grms. Essigsäure, oder 0,09375

Grms. Weinsäure, oder 0,235 Grms. saures weinsaures Kali absättigen.

10 C. C. des klaren Mostes werden ohne Zusatz von Lakmuslösung in ein kleines Becherglas gebracht, dazu so lange aus einer Bürette von dem Kalkwasser zugetröpfelt, bis eine Veränderung der Farbe des Weins durch den Beginn der alkalischen Reaction eintritt; dann wird die Anzahl der Cubikcentimeter an der Bürette abgelesen, und daraus der Säuregehalt berechnet.

In dem Falle dass der Most nicht klar ist, setzt man eine zur Sättigung der Säure nicht vollkommen hinreichende Menge Kalkwasser aus der Bürette zn, filtrirt dann klar ab und tröpfelt zu einem bestimmten Theil des Filtrates weiter so viel Kalkwasser zu, bis die Endreaction durch Farbenänderung eintritt. Die zuletzt gebrauchten Kubikcentimeter rechnet man auf die ganze Flüssigkeit um, addirt sie zu den zuerst verbrauchten und berechnet aus der Summe den Säuregehalt.

Nimmt man z. B. 10 C. C. eines trüben Mostes, so titrirt man von dem Kalkwasser aus der Bürette so lange zu, bis ein Tropfen der Flüssigkeit auf empfindliches Lakmuspapier gebracht, scheinbar alkalische Reaction hervorbringt. Die Anzahl der bis zu diesem Punkte verbrauchten Kubikcentimeter betrage 16,4. Es wird dann filtrirt, von dem Filtrat 5 C.C. weggenommen und dazu weiter Kalkwasser zugetröpfelt, bis Farbenänderung in der Flüssigkeit eintritt. Hat man hiezu noch einmal 1,2 C. C. verbraucht, was für die ganze Flüssigkeit $\frac{(10 + 16,4) \times 1,2}{5} = 2,8$ C. C. entspricht, so beträgt die Gesammtmenge des zur Sättigung der Säure von 10 C. C. Mostes nöthigen Kalkwassers $16,4 + 2,8 = 19,2$ C. C. Da 27,5 C. C. 0,09375 Grms. Weinsäure entsprechen, so sind, falls man nur Weinsäure annimmt, in den 10 C. C. Most $\frac{19,2 \times 0,09375}{27,5} = 0,066$ Grms., in 1 Liter (= 1000 C. C.) also 6,6 Grms. Säure enthalten.

Die Prüfung des Weins bezieht sich hauptsächlich auf seinen Alkoholgehalt, seltener auf den Säuregehalt und die Extractmenge.

Der Alkoholgehalt des Weines kann nach verschiedenen Methoden ermittelt werden, von welchen jedoch diejenigen, welche auf einer directen specifischen Gewichtsbestimmung basiren, zu verwerfen sind, weil das specifische Gewicht des Weines nicht blos durch seinen Alkoholgehalt, sondern auch durch den darin enthaltenen Extractstoff bedingt ist.

Die gebräuchlichsten Apparate sind diejenigen von Gay-Lusac, oder Modificationen derselben. Mittelst derselben wird aus einem gemessenen Volumen Wein der Alkohol mit einem Theil des Wassers in ein graduirtes Gefäss abdestillirt, in letzterem die Flüssigkeit auf das Volumen des angewandten Weinquantums gebracht und darin mittelst eines Alkoholometers der Alkoholgehalt bestimmt.

Der Apparat besteht aus einem Destillirgefäss, eine Retorte oder ein kleiner Kessel, aus welchem die durch Erhitzen erzeugten Dämpfe in ein damit luftdicht verbundenes Kühlrohr, ein Liebig'scher Kühler oder ein in kaltem Wasser stehender Schlangenkühler, geleitet werden; unter der Ausmündung des Kühlrohrs steht ein graduirter Glascylinder zur Aufnahme des Destillates. Statt einfacher Retorten oder Kessel hat man neuerdings Kessel mit kegelförmigem, dachartigem Deckel, über welchem ein Gefäss mit kaltem Wasser angebracht ist. In Folge dessen condensiren sich schon die meisten Dämpfe an der Innenwandung des Deckels, fliessen daran herab in eine um den Rand des Kessels herumlaufende Rinne und aus dieser durch das vorgelegte Kühlrohr in das graduirte Gefäss.

Soll eine Alkoholprobe ausgeführt werden, so misst man in dem graduirten Glascylinder 100 bis 300 C.C. Wein ab, giesst ihn in die Retorte oder den Kessel, verbindet diesen mit dem Kühlrohr, stellt den wieder gereinigten Glascylinder unter die Mündung des Kühlrohrs, giebt kaltes Wasser in die Kühlvorrichtungen und erhitzt mittelst einer Gas- oder Spirituslampe so lange bis etwa die Hälfte des in das Destillirgefäss gebrachten Weins abdestillirt ist. Die Dämpfe verdichten sich dabei vollkommen in dem vorgestellten Glascylinder in Form einer klaren Flüssigkeit, in welcher sämmtlicher Alkohol des Weins enthalten ist. Man giesst dann zu dieser Flüssigkeit so viel klares Wasser, dass sie genau dasselbe Volumen des angewandten Weins erreicht; hat man 100 C.C. angewandt, so füllt man auf 100 C.C., hat man 300 angewandt, auf 300 C.C. auf. Man senkt schliesslich ein Alkoholometer ein und liest auf diesem die Gewichts- oder Volumenprocente Alkohol ab, die in der Flüssigkeit enthalten sind. Da das Volumen der letzteren dem Volumen des angewandten Weins genau entspricht, so giebt die Alkoholometeranzeige direct den Procentgehalt an Alkohol in dem Weine an. Dabei darf jedoch nicht versäumt werden, das verdünnte Destillat auf die für das betreffende Alkoholometer treffende Temperatur zu bringen oder wenigstens die durch verschiedene Temperaturen bedingte nöthige Correctur eintreten zu lassen.

Statt des Alkoholometers kann man sich auch des Aräometers be-

dienen, muss aber dann auf einer Tabelle den dem gefundenen specifischen Gewicht entsprechenden Alkoholgehalt ermitteln. *

SILBERMANN hat eine Methode der Alkoholbestimmung im Wein vorgeschlagen, welche rascher auszuführen ist, als die oben beschriebene. Sie beruht auf der Eigenschaft des Alkohols, sich beim Erhitzen um gleiche Temperaturgrade, zwischen 0° und 78° dreimal so stark auszudehnen als Wasser. SILBERMANN taucht in ein auf 25° erhitztes Wasserbad eine Art von Pipette, die aber unten geschlossen sein muss, bringt in dieses Gefäss Wasser oder Alkohol bis zu einem Strich, der auf der Röhre markirt ist. Alsdann bringt er das Senkglas in ein zweites auf 50° erhitztes Wasserbad, markirt, nachdem die Flüssigkeit die Temperatur des Bades hat, den Punkt, bis zu welchem reines Wasser und bis zu welchem reiner absoluter Alkohol in der Röhre in die Höhe steigt und theilt den Zwischenraum der beiden letzteren Marken in 100 Theile. Zur Ausführung einer Probe füllt man die Pipette bei 25° genau bis zur Marke 0°, taucht sie dann in ein anderes Wasserbad, welches 50° warm ist, worauf die Flüssigkeit in der Röhre bis zu dem Theilgrad in die Höhe steigt, welcher den Alkoholgehalt direct angiebt.

Das Ebullioscop von CONATY beruht auf der verschiedenen Temperatur, welche die verschiedenen Gemische von Alkohol und Wasser zeigen, je mehr Alkohol, desto weniger steigt das Quecksilber des in die Dämpfe des siedenden Gemischs gebrachten Thermometers. Man lässt dabei den Wein sieden und senkt ein Thermometer in die Dämpfe, auf welchem man die Alkoholgrade direct ablesen kann.

Das Vaporimeter von GEISSLER wird neuerdings ebenfalls zur Bestimmung des Alkoholgehalts im Wein angewandt. Es basirt darauf, dass die Spannkraft des Alkoholdampfes bei erhöhter Temperatur weit stärker ist, als die des Wasserdampfes. Erhitzt man desshalb in einem geschlossenen mit einer Art Manometer in Verbindung stehenden Raum eine alkoholische Flüssigkeit wie den Wein, so wird das Quecksilber in dem äusseren Schenkel um so höher gehoben, je mehr Alkohol vorhanden ist. Eine an dem Quecksilbersteigrohr angebrachte Scala lässt die Alkoholprocente dem Gewicht und dem Volumen nach direct ablesen. Die in dem Wein enthaltenen leicht flüchtigen Aetherarten, sowie die homologen Alkohole beeinträchtigen übrigens die Genauigkeit des Resultates nicht unwesentlich. Die Kohlensäure muss bei Anwendung der Methode durch Schütteln mit frischgebranntem Kalk entfernt

* Einrichtung und Gebrauch des Alkoholometers und Aräometers sowie die dazu nöthigen Tabellen siehe weiter unten unter Artikel »Brennerei«.

werden, wobei jedoch nicht zu vermeiden ist, dass auch geringe Mengen Wasser an den Kalk chemisch gebunden werden, was ebenfalls die Genauigkeit der Methode beeinträchtigt.

Die Säure wird im Wein auf acidimetrischem Wege (siehe diesen im I. Bd.) bestimmt. Statt Lakmuslösung empfiehlt MOHR einige Tropfen einer alkoholischen Campecheholztinctur zu der Weinprobe zu setzen und dazu so lange Normal-Natronlauge zuzutitriren, bis die gelbe Farbe der Tinctur in violet übergeht.

Der Extractgehalt des Weins wird in der Weise bestimmt, dass man ein bestimmtes Quantum desselben in einer vorher gewogenen Platinschale auf dem Wasserbade vorsichtig zur Trockne eindampft, den Rückstand bei 100 bis 110° trocknet und wägt.

11. Verwerthung der Rückstände.

Die Trestern werden, nachdem ihnen der weingebende Saft durch einmaliges Auspressen oder nachher noch durch Petiotiriren entzogen ist, sehr häufig auf Tresterbranntwein verarbeitet. Man lässt sie zu diesem Zweck gähren und unterwirft sie dann einer Destillation.

Aus der dabei erhaltenen Schlempe kann man noch einen rohen Weinstein, den Tresterfloss, gewinnen. Zu diesem Zweck trennt man die Trestern der noch heissen Schlempe durch Seihen von der Flüssigkeit und lässt letztere längere Zeit ruhig stehen. Der sich bildende Niederschlag besteht aus saurem weinsaurem Kali und weinsaurem Kalk, welches Gemisch nach dem Trocknen in den Handel gebracht wird. Die auf dem Seiher zurückbleibenden Tresterreste werden entweder zur Gewinnung einer rohen Potasche eingeäschert, oder zur Darstellung des Rebschwarz nur verkohlt. Auch Leuchtgas hat man daraus fabricirt.

An anderen Orten werden die Trestern als Viehfutter, als Düngemittel, auch zur Bereitung des Grünspans benützt. In letzterem Falle lässt man die Trestern in Gruben die Essiggährung durchmachen, schichtet sie dann abwechselnd mit Kupferblechen in Holzgestellen übereinander, wobei sich auf den Kupferplatten Ueberzüge von essigsaurem Kupfer bilden, und bringt die Bleche schliesslich in einen erwärmten Raum, in welchem das neutrale essigsaure Kupfer in basischessigsaures Kupfer (Grünspan) übergeht. Die Kupferplatten werden, nachdem der Grünspan abgekratzt ist, von Neuem mit vergohrenen Trestern übereinandergeschichtet.

Aus den Traubenkernen kann man Gerbsäure und durch Extraction mit Schwefelkohlenstoff das Traubenkernenöl, ein fettes Oel, gewinnen.

Das Weingeläger, der bei der ersten stürmischen Gährung sich bildende Absatz, wird ebenfalls auf Branntwein abdestillirt. Wenn man die zuletzt übergehenden Producte für sich aufsammelt, so erhält man das Weinöl oder Drusenöl, das im Wesentlichen aus Oenanthäther besteht. Den Destillationsrückstand kann man ebenfalls auf Weinstein und rohe Potasche oder auch auf letztere allein verarbeiten.

Der bei der Nachgährung sich absetzende rohe Weinstein wird auf gereinigten Weinstein, auch auf Weinsäure verarbeitet.

Essigsäure.

1. Geschichtliches. 2. Vorkommen. 3. Zusammensetzung und Eigenschaften. 4. Essigbildungsprozess. 5. Aeltere Methode der Essiggewinnung. 6. Schnellessigfabrikation. 7. Holzessig. 8. Prüfung. 9. Verfälschungen. 10. Anwendung.

1. Geschichtliches.

Die Essigsäure ist in Form von Essig schon seit den ältesten Zeiten bekannt. Die Juden, die Griechen, die Römer erwähnen des Gebrauchs von Essig theils zu medicinischen, theils zu Zwecken des gewöhnlichen Lebens. Vor Allen berichten DIOSCORIDES und PLINIUS ausführlich über die arzneilichen Wirkungen desselben. Dabei hatte man es ausschliesslich mit rohem Weinessig, nur ganz ausnahmsweise mit Essig aus anderen Pflanzensäften zu thun, die Reinigung desselben durch Destillation lehrten erst die Alchemisten. Unter diesen war GEBER, im 8. Jahrhundert lebend, der erste, welcher den Essig durch Destillation reinigte und auch in concentrirterem Zustande darstellte. Später beschäftigte sich besonders auch BASILIUS VALENTINUS mit der Destillation des Essigs, auch war es höchst wahrscheinlich dieser berühmte Alchemist, welcher zum erstenmal die Essigsäure aus einem Salze derselben, dem krystallisirten Grünspan (basisch essigsaures Kupfer) darstellte. Noch mehr wurde die Gewinnung reinen und concentrirten Essigs zu Anfang des 18. Jahrhunderts durch den Phlogistiker STAHL vervollkommnet. Er lehrte die Concentration des Essigs durch Ausfrierenlassen des Wassers und Trennen des Eises von dem rückständigen nun stärker gewordenen Essig, sowie die Darstellung durch Destillation von essigsaurem Kali oder Bleizucker (essigsaures Blei) mit Schwefelsäure. Auch in ihren sonstigen chemischen Eigenschaften wurde die Essigsäure von BASILIUS VALENTINUS eingehend untersucht. Von der Gewinnung des Essigs durch trockene Destillation vegetabilischer Substanzen spricht zuerst GLAUBER (1648). Doch ist H. KOPP der Ansicht, dass man den Holzessig schon früher gekannt habe.

2. Vorkommen.

Die Essigsäure findet sich in den Säften verschiedener Pflanzen theils in freiem Zustande, theils gebunden an Kalk und Alkalien. Dieselbe ist ferner ein normaler Bestandtheil der Fleischflüssigkeit mancher Säugethiere, unter Anderen des Menschen. Auch im Schweiss ist Essigsäure nachgewiesen und alle faulenden thierischen und vegetabilischen Stoffe enthalten dieselbe.

3. Zusammensetzung und Eigenschaften.

Die reine Essigsäure (Eisessig) hat die Formel:

$$C^4H^3O^3,HO \text{ oder } \left.\begin{matrix} C^2H^3O \\ H \end{matrix}\right\} O,$$

die wasserfreie Essigsäure (Essigsäure-Anhydrid):

$$C^4H^3O^3 \text{ oder } \left.\begin{matrix} C^2H^3O \\ C^2H^3O \end{matrix}\right\} O.$$

Die reine Essigsäure ist bei gewöhnlicher Temperatur eine stechend riechende wasserklare Flüssigkeit, welche durch Abkühlung zu einer krystallinischen Masse erstarrt. Die festgewordene Essigsäure schmilzt erst + 16° C., doch einmal flüssig muss sie bei ruhigem Stehen meist weit unter 16° abgekühlt werden, damit sie wieder in den festen Zustand übergeht. Ganz geringe Mengen Wassers erniedrigen den Erstarrungspunkt der Essigsäure um ein Bedeutendes. Der Siedepunkt der Säure liegt bei 119°. Der beim Sieden sich bildende Dampf ist brennbar. Bei 12,5° C. beträgt das spec. Gew. der Essigsäure 1,063 und nimmt bei Zusatz von Wasser, wie aus folgender Tabelle hervorgeht, zuerst zu dann aber ab. Es hat aus diesem Grunde eine Essigsäure von 54 p. C. Essigsäuregehalt dasselbe spec. Gewicht wie die reine Essigsäure.

Essigsäure in p. C.	Spec. Gew.	Essigsäure in p. C.	Spec. Gew.
100	1,0635	35	1,046
90	1,0730	30	1,040
80	1,0735	25	1,034
70	1,070	20	1,027
60	1,067	15	1,022
50	1,060	10	1,015
45	1,055	5	1,007
40	1,051	1	1,001

Aus demselben Grunde eignet sich das spec. Gewicht nicht zur Bestimmung des Essigsäuregehaltes. Besser lässt sich hiezu, wenigstens

bei Essigsäuren von nicht sehr hohem Wassergehalt, der Erstarrungspunkt verwerthen. Folgende Tabelle giebt nach H. RÜDORFF den Erstarrungspunkt von verschieden verdünnten Essigsäuren an:

Wassergehalt in p. C.	Erstarrungstemperatur.
0,0	+ 16,7 ° C.
0,497	15,65
0,990	14,8
1,477	14,0
1,961	13,25
2,912	11,95
3,846	10,5
4,761	9,4
5,660	8,2
6,542	7,1
7,407	6,25
8,257	5,3
9,090	4,3
9,910	3,6
10,714	2,7
13,043	—0,2
15,324	—2,6
17.355	—5,1
19,354	—7,4

Gegenwart von Schwefelsäure bewirkt eine wesentliche Aenderung der Erstarrungstemperatur der Essigsäure, so dass bei Gegenwart jener Säure diese Temperaturen keinen sicheren Anhaltspunkt für den Essigsäuregehalt abgeben.

Ebenso wie mit Wasser vermischt sich die Essigsäure auch mit Alkohol und mit Aether in allen Verhältnissen. Schwer löslich sind dagegen manche ätherischen Oele und meist um so schwerer löslich, je wasserhaltiger die Essigsäure ist. Die Löslichkeit des Citronenöls in Eisessig wird als Kriterium seiner Reinheit benützt; 10 Theile reiner Eisessig müssen 1 Theil Citronenöl vollkommen klar auflösen. Gelatine, Fibrin, Albumin, Kampfer, Schiessbaumwolle lösen sich ebenfalls in kalter Essigsäure auf.

In Bezug auf ihren aciden Character gehört die Essigsäure zu den schwachen Säuren. Sie wird von Schwefelsäure, Salzsäure, Phosphorsäure etc. aus ihren Verbindungen mit Basen ausgetrieben, treibt aber selbst die Kohlensäure und viele flüchtige organische Säuren aus den betreffenden Salzen aus.

Die Salze der Essigsäure zeigen beim Erhitzen verschiedenes Verhalten. Einzelne geben schon beim Kochen mit Wasser einen Theil ihrer Essigsäure ab, andere verlieren dieselbe erst beim Erhitzen für sich allein, wobei dann die Essigsäure entweder als solche, oder in Form von Aceton entweicht.

Das Essigsäure-Anhydrid oder die wasserfreie Essigsäure ist eine bei 117,5 ° C. siedende Flüssigkeit, vom spec. Gewicht 1,0799. Dieselbe vereinigt sich mit Wasser sehr energisch zu Essigsäurehydrat, das ist gewöhnliche Essigsäure.

Der Essig, welcher für den Gebrauch in Haushaltungen bestimmt ist, ist eine mit Wasser verdünnte Essigsäure die 3—10 p. C. reine Essigsäure enthält. Je nach dem Rohmaterial, welches zu seiner Gewinnung verwendet wurde, enthält der Essig noch andere Bestandtheile, die ihm einen charakteristischen Geruch und Geschmack ertheilen. Aus diesem Grunde ist der Weinessig, obgleich sein Hauptbestandtheil ganz derselbe ist, von angenehmerem Geschmack als der Branntwein- oder Bieressig. Zu den in dem Essig ausser Essigsäure enthaltenen Bestandtheilen gehören ganz geringe Mengen von Alkohol und ätherischen Oelen, von Zucker und Dextrin, Farbstoffen und Salzen.

4. Essigbildungsprozess.

Sieht man von dem Holzessig ab, so wird der Essig im Grossen nur aus verdünntem Weingeist oder anderen alkoholischen Flüssigkeiten bereitet. Die Umwandlung des Alkohols in Essigsäure, also irgend einer alkoholischen Flüssigkeit in Essig, besteht in einem Oxydationsprozess, der im Ganzen nach folgender Gleichung verläuft:

$$\underset{\text{Alkohol.}}{C^4H^5O,HO} + 4O = \underset{\text{Essigsäure.}}{C^4H^3O^3,HO} + 2HO \text{ oder}$$

$$\left.\begin{matrix}\Theta^2H^5\\H\end{matrix}\right\}\Theta + 2\Theta = \left.\begin{matrix}\Theta^2H^3\Theta\\H\end{matrix}\right\}\Theta + H^2\Theta$$

Dieser Oxydationsprozess kann mittelst chemischer Oxydationsmittel (Chromsäure, Braunstein und Schwefelsäure, Uebermangansäure, Chlor etc.) oder vermittelst des Sauerstoffs der Luft ausgeführt werden. Erstere oxydiren den Alkohol direct zu Essigsäure, der Sauerstoff der Luft dagegen muss mittelst anderer Stoffe auf den Alkohol übertragen werden. Die Anwendung chemischer Oxydationsmittel hat für die Praxis der Essiggewinnung keine Bedeutung, sie ist zu umständlich und zu theuer. Der sämmtliche aus alkoholischen Flüssigkeiten gewonnene Essig wird desshalb durch Oxydation mittelst atmosphärischer Luft dargestellt.

Die Uebertragung des Sauerstoffs der Luft auf den Alkohol kann nach wesentlich zwei Methoden bewirkt werden: 1) vermittelst sehr fein vertheilter oder glühender Metalle wie z. B. Platinmohr oder glühendem Platindraht; 2) vermittelst der Fermente. Die erstere Methode hat trotz vieler Versuche für die Praxis keine Bedeutung; die zweite kommt desshalb ausschliesslich zur Anwendung.

Das Ferment, welches den Sauerstoff der Luft bei der Essiggewinnung auf den Alkohol überträgt, ist ein von PASTEUR zuerst genauer untersuchter Schimmelpilz, die Mycoderma aceti, gewöhnlich Essigkahmen oder Essigmutter genannt, je nachdem derselbe auf der Oberfläche der Flüssigkeit schwimmt, oder darin untersinkt. Bringt man eine nur geringe Menge dieses Pilzes auf die Oberfläche einer verdünnten alkoholischen Flüssigkeit, so wird dieselbe nach kurzer Zeit in Essig umgewandelt. Enthält die alkoholische Flüssigkeit, wie z. B. Wein und Bier, noch eiweissartige Stoffe und phosphorsaure Alkalien, so tritt eine ungemein rasche Vermehrung des Pilzes ein und die Essigbildung verläuft entsprechend rascher.

Die Bedingungen zur Bildung dieses Pilzes sind in Form von kleinen Keimen in der Luft enthalten, welche zur Entwicklung kommen, sobald sie in eine Flüssigkeit gelangen, welche die für ihre Entwicklung nöthigen Bestandtheile enthält. Diese letzteren sind verdünnter Weingeist, eiweissartige Stoffe, Phosphorsäure, Alkalien und Ammoniaksalze.

Die Umwandlung der alkoholischen Flüssigkeit in Essig geschieht immer von der Oberfläche her, welch letztere von dem Essigpilz überzogen ist. Dieser wirkt desshalb essigbildend nur so lange, als er noch auf der Oberfläche der Flüssigkeit schwimmt. Ist er einmal untergesunken, die Berührung mit der Luft also aufgehoben, so hört die Wirkung auf. Die Essigbildung wird aber dennoch dadurch indirect durch die Essigmuttnr befördert, dass diese in hohem Grade zur Vermehrung des Pilzes beiträgt.

Ob die Wirkung der Mycoderma aceti bei der Essigbildung eine physiologische oder physicalische ist, soll dahingestellt bleiben. Die Thatsache, dass derselbe Pilz bei mangelndem Alkohol auch noch die Essigsäure zu Kohlensäure und Wasser oxydiren kann, spricht eher für eine physicalische Wirkung. Es sei hier besonders noch die Annahme hervorgehoben, nach welcher der Essigkahm dadurch oxydirend wirkt, dass er selbst in einer Art verwesender Verbrennung begriffen ist, welch letztere auf den Alkohol übertragen wird. Für diese letztere Annahme spricht vor allem die Thatsache, dass Alkoholdampf in Berührung mit faulendem Holz ebenfalls langsam zu Essigsäure oxydirt wird. Unnöthig

ist dabei die Annahme, dass der Sauerstoff der Luft vor der essigbildenden Wirkung oponisirt wird.

Von höchster Bedeutung für den Verlauf der Essigbildung sind Concentration und Temperatur der Flüssigkeit. Der Alkoholgehalt darf 11 p. C. nicht übersteigen, weil die Wirkung des Essigpilzes in alkoholreicheren Flüssigkeiten aufhört. In sehr verdünnten alkoholischen Flüssigkeiten dagegen geht der Prozess zu langsam von statten. Man verwendet desshalb meist keine Flüssigkeiten unter 2—3 p. C. Alkoholgehalt. Die Temperatur der Flüssigkeit muss über 20° C. gehalten werden, lässt man dieselbe noch höher steigen, so verläuft die Essigbildung um so rascher. Man geht jedoch nicht über 40°, weil sonst zu viel Alkohol verdunsten würde.

5. Aeltere Methode der Essiggewinnung.

Die ältere Methode der Essiggewinnung wird jetzt nur noch bei solchen Flüssigkeiten angewendet, die beträchtlichere Mengen der Nährstoffe für den Essigpilz, also eiweissartige Körper und verschiedene Salze enthalten. Hiezu gehören vor Allem: Wein, Bier, Malzaufguss und Rübensaft.

Weinessig. Zur Fabrication von Weinessig wird in weinreichen Gegenden theils noch gut erhaltener, theils schon sauer gewordener Wein verwendet. Es ist wesentlich, dass der Wein klar sei, indem Trübungen sich auf den Essig übertragen. Trüber Wein muss desshalb vor seiner Verwendung geschönt oder filtrirt werden. Weisser Wein geht rascher in Essig über; ebenso der alte Wein schneller als der neue, weil letzterer noch zu viel Zucker enthält. Südliche Weine von über 11 p. C. Alkoholgehalt müssen auf diesem Concentrationsgrad verdünnt werden. Die Gefässe, in welchen man die Gährung vor sich gehen lässt, bestehen aus Fässern von Eichenholz, Mütter genannt, von ca. 230 Liter Inhalt, doch schwankt dieser letztere häufig zwischen 100 und 400 Liter. Die beiden Boden jedes Fasses sind an gegenüberliegenden Stellen durchbohrt, damit im oberen Raum Luftwechsel stattfinden kann. Ein anderes Loch dient zum Beschicken und Abziehen. Kleine Fässer sind aus dem Grund vortheilhafter, weil in mehreren kleinen Fässern die Summe der Flüssigkeitsoberfläche grösser ist, als wenn dasselbe Flüssigkeitsquantum in einem grossen Fass vereinigt wäre. Die Fässer liegen auf hölzernen Gestellen in Reihen neben und übereinander in der sogenannten Essigstube, das ist der Gährraum, in welchem die Essigbildung vor sich geht. Die Temperatur dieses Gährraums wird auf 25—30° erhalten, was im Winter meist nur durch künstliche Heizung zu erreichen ist. Nicht unbeträchtlich ist dabei die

Erwärmung, die durch die gährenden Flüssigkeiten eintritt und es muss darauf, namentlich in sehr dicht belegten grossen Gährräumen Rücksicht genommen werden. Die Luft in diesen Räumen muss von Zeit zu Zeit durch Oeffnen von Thüren erneuert werden.

Zur Einleitung der Essigbereitung werden die Fässer bis ungefähr zum dritten Theil ihres Inhalts mit altem, am besten vorher stark erhitztem Essig angefüllt und diesem 10 Liter Wein zugesetzt. Man lässt alsdann 8 Tage ruhig stehen, während welcher Zeit der in dem alten Essig enthaltene Essigpilz den Alkohol des zugesetzten Weins in Essigsäure umwandelt, theils sich auf Kosten der Nährstoffe des Weins vermehrt. Alsdann setzt man weitere 10 Liter Wein zu und wiederholt diesen Zusatz noch zweimal in denselben Zeitintervallen. Acht Tage nach dem letzten Zusatz ist sämmtlicher Wein in Essig verwandelt und es werden dann 40 Liter Essig abgezogen. Nachdem diese Operation beendigt ist, werden Zusatz von Wein und Abziehen des Essigs in derselben Weise fortwährend wie oben beschrieben wiederholt.

Hie und da tritt ohne sichtbare Veranlassung die Erscheinung ein, dass die Essigbildung sich in auffallender Weise verlangsamt und beinahe ganz aufhört, ein Zustand welchen man träge nennt. Nach PASTEUR ist derselbe bedingt durch die Thätigkeit der Essigälchen, kleine Thierchen, die zu ihrem Leben Sauerstoff brauchen, demnach mit der Mycoderma aceti, die ebenfalls Sauerstoff aufnimmt, in Kampf liegen müssen. Kommt es so weit, dass die Mycoderma von diesen Essigälchen von der Oberfläche der Flüssigkeit verdrängt wird, so hört die Essiggährung auf. Abgeholfen wird diesem Zustand am Sichersten durch Entleeren der Fässer und Einfüllen von heissem Essig, in manchen Fällen auch durch Zusatz von starkem Wein oder stärkere Erwärmung.

Alle 6 bis 8 Jahre müssen die Fässer auch bei normalem Betrieb vollständig entleert und gereinigt werden, da nach diesem Zeitraum sich grosse Massen abgestorbener Essigmutter, von Weinstein und anderen Salzen auf dem Boden und an den Wänden der Fässer abgesetzt haben.

Nach der Methode von Orleans, welche von PASTEUR stammt, wird der Wein oder eine andere alkoholische Flüssigkeit in einem Bottich mit dem von einer früheren Operation stammenden Essigpilz besät. Der letztere breitet sich, sofern er in der Flüssigkeit die nöthigen Nahrungsmittel findet, auf der Oberfläche rasch aus und bewirkt die Essigbildung. Jeden Tag werden neue Quantitäten Wein zugesetzt. Wenn die Säuerung beendet ist, wird der Essig abgezogen, der Essigpilz ge-

waschen und zu einer neuen Portion Wein gesetzt. Ein Bottich von 50—100 Liter Inhalt liefert täglich 5—6 Liter Essig. Arbeitet man mit verdünntem Weingeist, so müssen die Nahrungsmittel des Essigpilzes, phosphorsaure Salze der Alkalien, des Ammoniaks und der Magnesia, zugesetzt werden. BRETON-LAUGIER nimmt ein Gemisch von fertigem Essig und Wein, und sät auf diesem in Bottichen von 125 Liter und in einem Raum von 25—50° C. den Essigpilz aus. Nach 8—10 Tagen ist die ganze Masse in Essig übergegangen.

Bieressig. Zur Fabrication des Essigs aus Bier wird nur sauer gewordenes Bier verwendet; denn im Allgemeinen eignet es sich seiner Hopfenbestandtheile wegen nicht zur Essiggährung. Da es an und für sich meist auch noch zu alkoholarm ist, wird demselben noch Weingeist und, zur Verdünnung der Extractbestandtheile, Wasser zugesetzt. Obergährige Biere eignen sich der geringeren Hopfung wegen besser als untergährige. Die Essigbildung lässt man wie bei der Bereitung des Weinessigs ebenfalls auf Fässern unter Zusatz von Mutteressig verlaufen.

Malz- und Getreideessig. Die Bereitung des Essigs aus Malz oder Getreide wird namentlich noch in England in grossem Massstabe ausgeführt. Aus schwach gedarrtem Malz oder aus einem Gemisch von Malz nnd Getreide wird nach den unter Artikel Bier (siehe S. 416) beschriebenen Methoden vermittelst des Maischprozesses Würze bereitet, doch mit dem Unterschiede, dass man dieselbe weder kocht, noch auch mit Hopfen versetzt. Diese Würze bringt man auf die Gährtemperatur, lässt sie gähren und füllt sie dann in die Essigfässer, auf welchen die Säuerung vor sich geht. Die Fässer liegen entweder in einem geschlossenen Raum oder im Freien, auf dem sogenannten Essigfelde. Nach beendigter Säuerung wird der Essig vermittelst Hebern aus den Fässern möglichst klar abgezogen und durch Holzrinnen in einen gemeinsamen Behälter geleitet. Bevor er auf die Lagerfässer kommt, wird er noch durch die Klärbottiche geleitet. Dieselben bestehen in grossen Bottichen mit Siebboden, welch letztere mit Stroh, Hobelspänen, am besten aber mit Traubenkämmen bedeckt sind. Das Durchleiten des Essigs durch die Bottiche wird so oft wiederholt, bis vollständige Klärung eingetreten ist.

Rübenessig. Es existiren, so neu das Verfahren ist, schon eine sehr grosse Zahl von Vorschriften zur Essigbereitung aus Rüben. Das Verfahren hat jedoch noch keine grössere Ausdehnung gewonnen. Der auf die gewöhnliche Weise durch Reiben und Pressen gewonnene Rübensaft wird entweder in mittelst Gerbsäure oder Kalk geläutertem oder ungeläutertem Zustande (siehe S. 246) zuerst der alkoholischen und

hierauf der Essiggährung unterworfen, der fertige Essig entweder durch Lagern oder Filtration geklärt.

Nach dem Verfahren von LEPLAY werden die Rüben zu Streifen zerschnitten und lässt man diese in der Weise gähren, dass man sie in schon gährenden Rübensaft eintaucht. Der Zucker erleidet dabei innerhalb der Zellen die alkoholische Gährung, welche durch Aussetzen der Rübenschnitze an die Luft sehr rasch in Essiggährung übergeht, so zwar, dass sich der Alkohol ebenfalls innerhalb der Zellen in Essigsäure umwandelt. Der Essig wird dann entweder durch Destillation mit Wasserdämpfen oder durch einen methodischen Auslaugeprozess gewonnen.

Zur Fabrication von Essig aus Branntwein nach der älteren Methode verfährt man auf dieselbe Weise wie bei der Weinessigbereitung beschrieben wurde. Der Branntwein oder Spiritus wird soweit mit weichem Wasser verdünnt, dass er nur noch 6—7 p. C. Alkoholgehalt zeigt, dann auf 35—40 ° C. erwärmt und mit Mutteressig auf die Gährfässer gebracht. Zur Ernährung des Essigpilzes setzt man am besten etwas vergohrenes Malzextract zu. Bei weitem der meiste Essig aus Branntwein wird jedoch neuerdings nach der Methode der Schnellessigfabrication gewonnen.

6. Schnellessigfabrication.

Mittelst der Schnellessigfabrication ist es möglich, den Alkohol, dadurch dass man seine Oberfläche bedeutend vergrössert, in 3 Tagen in Essig umzuwandeln, während die ältere Methode einen Zeitraum von mehreren Wochen in Anspruch nimmt. Der dazu nöthige Apparat besteht in einem hölzernen Bottich, Essigständer oder Essigbilder genannt, von 2 Meter Höhe und 1 Meter Durchmesser, nach unten etwas conisch zulaufend. 15 Centimeter unter dem hölzernen Deckel befindet sich ein durchlöcherter Boden, dessen Löcher einige Millimeter weit sind und sich nach unten zu conisch erweitern. Dieser Boden wird getragen von einem Ring aus Buchenholz, welcher im Inneren des Ständers angebracht ist. In jedem Loch hängt eine 15 Centimeter lange Schnur, welche die Hälfte desselben verschliesst und die durch einen Knoten festgehalten ist. Ausserdem befinden sich in diesem Deckel noch einige weitere Löcher, in welchen zur Entweichung der Luft Glas- oder Holzröhren schornsteinartig angebracht sind. 40 bis 50 Centimeter über dem unteren Boden des Bottichs befindet sich ein zweiter durchlöcherter Boden, ebenfalls auf einem Buchenholzring ruhend, 5 Centimeter darüber eine um den ganzen Umfang des Ständers herumlaufende Reihe von 10—15 Löchern, welche eine schwache

Neigung nach innen haben, damit die herabfliessende Flüssigkeit nicht auslaufen kann. Der Raum zwischen den beiden durchlöcherten Böden ist mit Hobelspänen angefüllt. 5 Centimeter über dem untersten Boden befindet sich das Abflussrohr. Dasselbe ist heberartig nach auswärts gebogen, doch so dass der äussere Schenkel kürzer als der innere ist, der Essig also nur bis zu einem gewissen Niveau abfliessen kann. Ein Thermometer, welches durch den oberen durchlöcherten Boden in das Innere des Ständers reicht, dient zur Beobachtung der Temperatur und zur Beurtheilung des ganzen Verlaufs des Prozesses.

Soll ein neuer Ständer in Betrieb gesetzt werden, so lässt man eine Zeit lang heissen alten Essig durch den Apparat hindurchlaufen, bis die Späne damit vollständig getränkt sind, alsdann setzt man dem Essig immer mehr und mehr verdünnten, 6—10 procentigen Branntwein zu. Derselbe fliesst von oben durch die Löcher an den Bindfaden herunter und tropft in kleinen Tropfen, also sehr vertheilt, auf die Hobelspäne herunter, läuft über diese herab und kommt dabei mit der unten eindringenden Luft in Berührung, wird durch diese und mit Hülfe des Essigfermentes zu Essigsäure oxydirt und sammelt sich unter dem zweiten durchlöcherten Boden an. Von hier wird die erst theilweise in Essig umgewandelte Flüssigkeit noch durch einen zweiten und von da durch einen dritten Ständer geleitet, welche drei Behälter zu einem System combinirt sind. Man kann, anstatt drei Ständer für ein und dieselbe Flüssigkeit zur Anwendung zu bringen, dieselbe auch dreimal auf einen einzigen Ständer aufgiessen. Alsdann ist der Essig fertig. Sollte jedoch noch nicht genug Essigsäure gebildet sein, so muss die Flüssigkeit ein viertes Mal aufgegeben werden. Um das continuirliche Aufgeben der Flüssigkeit zu erleichtern, hat A. Rose die Anwendung des Schaukeltroges (siehe Bd. I. S. 251) empfohlen.

Otto hat den Vorschlag gemacht, nicht von vornherein den sämmtlichen Alkohol zuzusetzen, sondern zuerst einen Theil mit Essig vermischt einmal durch den Essigbilder hindurchgehen zu lassen, dann eine zweite Portion Alkohol und nach nochmaligem Durchgang erst den Rest des Alkohols zuzusetzen. Man braucht dabei dem Essiggut weit weniger Essig zuzusetzen, als nach dem oben beschriebenen Verfahren.

Der Luft, welche durch die Essigbilder hindurchgeht, wird bei der Oxydation nur $^1/_{10}$ bis höchstens $^1/_5$ ihres Sauerstoffs entzogen, es treten also oben beträchtliche Luftmengen wieder aus. Da hiedurch bedeutende Mengen Alkohol, sogar etwas Essigssäuredampf mit fortgerissen werden, schlägt Payen vor, die oben entweichende Luft eines jeden Ständers durch ein gut gekühltes Schlangenrohr zu leiten, in welchem sich diese Dämpfe verdichten würden. Oder man leite die

Luft in Räume, die mit Kupferdrehspänen angefüllt sind. Hier vollendet sich mit der darin circulirenden Luft die Oxydation und es bildet sich basisch essigsaures Kupfer, welches als Grünspan in den Handel gebracht werden kann. Will man die ganze Masse in krystallisirtes essigsaures Kupfer verwandeln, so übergiesst man die mit Grünspan überzogenen Kupferspäne mit Essigsäure, worin sich ersterer löst, während letztere von Neuem den Dämpfen ausgesetzt werden können. Die erhaltenen Lösungen liefern nach hinreichender Concentration krystallisirtes essigsaures Kupfer.

Die Temperatur der Essigstube wird zu Anfang auf 38° C. gebracht, später, da durch den Oxydationsprozess die Temperatur im Innern der Ständer von selbst erhöht wird, geht man auf 20—23° herunter. Das Essiggut selbst wird vor der Aufgabe auf die Ständer auf 50—52°, später wenn der Prozess im Gang ist, auf 26—27° erhitzt.

Payen beschreibt eine neue, in dem Etablissement von Koelitz eingeführte Methode der Essigbereitung. In einem verschlossenen Raum der ersten Etage stehen 54 conische Behälter mit Doppelboden, 1 Meter 20 Centimeter hoch, unten 1 Meter 45 Centimeter, oben 1 Meter 25 Centimeter weit; auf dem (durchlöcherten) Boden liegen 14 horizontale Lagen von Buchenholzhobelspänen, die spiralförmig aufgerollt und gegeneinander gepresst werden. Jede einzelne Spirale, durch eine Kreuzbinde zusammengehalten, hat ca. 20 Centimeter im grossen, 14 Centimeter im kleinen Durchmesser und ist 5,5 Centimeter hoch; jede Lage enthält durchschnittlich 48 solcher Spiralen, die 14 Lagen demnach 672 Spiralen, welche bei je 28 Windungen und einer Spandicke von 1 Millimeter, eine Totaloberfläche von ca. 4000 Meter repräsentiren. Der Raum wird auf 25° C. erhalten.

Das Essiggut wird durch Vermischen gleicher Volumina fertigen, etwa 7 procentigen Essigs und 14 procentigen Weingeistes bereitet, so dass das Ganze etwa 7 Vol. p. C. Alkohol enthält. Dasselbe wird aus einem über den Tonnen stehenden Behälter durch eine Art Brause auf die Buchenspänspiralen geleitet, erhitzt sich durch die Oxydation auf 27° C. und sammelt sich in dem Raum unter dem durchlöcherten Boden, schon vollständig in Essig umgewandelt, an; letzterer zeigt 11 bis 12 p. C. Essigsäuregehalt. Um die Oxydation des Alkohols zu bewirken wird in jedem Essigbilder ein Luftstrom dadurch erzeugt, dass man vom Boden desselben ein Holzrohr ausgehen lässt, welches in einen gemeinsamen Canal endigt, der die Luft sämmtlicher Ständer in einen Kamin ableitet.

Wenn man das Essiggut continuirlich und langsam über die Späne

herabfliessen lässt, so ist die Säuerung in 2 Stunden beendigt. Von 2 zu 2 Stunden lässt man dann weiter je 6 Liter des Essiggutes (das sind 3 Liter 14procentiger Weingeist und 3 Liter 7procentiger Essig) auflaufen. Alsdann liefern 54 Essigbilder in 24 Stunden 3888 Liter Essig von 7 p. C. Essigsäuregehalt.

W. Singer hat einen Essigständer beschrieben, bei welchem die Hobelspäne eliminirt sind. Bei diesem Ständer fliesst das continuirlich aufgegebene Essiggut an den Innenwandungen verticaler Röhren in einem dünnen Strome herab, stosst sich an 8 Riefen, die in einiger Entfernung von einander angebracht sind. Der Eintritt der Luft geschieht durch Schlitze, die sich am untern Theil der Röhren befinden. Durchmesser des Apparates 1 Meter 25 Centimeter, Anzahl der Röhren 138, Länge dieser Röhren 52 Centimeter, Durchmesser 1/2 Centimeter.

7. Holzessig.

Wenn man das Holz einer trocknen Destillation, d. h. einer Erhitzung unter Luftabschluss unterwirft, so erleidet es eine Zersetzung, durch die es in flüchtige und nicht flüchtige, theils gasförmige, theils flüssige oder feste Körper zerfällt. Hauptproducte von flüchtigen Substanzen sind: Kohlenoxyd, Kohlensäure, Sumpfgas, ölbildendes Gas, Wasser, Essigsäure, Holzgeist und Theer, von nicht flüchtigen: Holzkohle und Aschenbestandtheile, welche als Rückstand bleiben. Ausser den genannten Stoffen entstehen noch eine grosse Zahl anderer Producte, die aber immer nur in geringer Menge auftreten.

Die Natur der Stoffe, welche bei der trocknen Destillation des Holzes gebildet werden, ist abhängig von der Qualität des Holzes und von der Temperatur, bei welcher man die Destillation ausführt. Die beste Ausbeute in Bezug auf Holzessig liefern die Laubhölzer und unter diesen wieder insbesondere diejenigen, welche auf trocknem Boden gewachsen sind. Nicht so ergiebig sind die Nadelhölzer.

Nach Versuchen von Peters ergaben sich bei Destillation lufttrockner Holzsorten folgende Resultate:

	Holzessig p. C.	Essigsäure p. C.	Theer p. C.	Kohle p. C.
Weissbuche	48,3	6,1	4,9	23,9
Birke	48,0	5,7	6,0	21,1
Erle	47,7	3,9	5,2	24,0
Eiche	47,6	5,4	6,4	24,9
Esche	46,8	4,0	6,4	23,7
Rothbuche	46,3	5,3	6,2	23,8

	Holzessig p. C.	Essigsäure p. C.	Theer p. C.	Kohle p. C.
Linde	46,2	6,3	8,9	21,8
Föhre	44,9	2,7	10,1	28,0
Weide	43,4	6,3	6,2	23,6
Lärche	42,8	2,9	9,5	22,6
Ahorn	42,2	5,5	6,2	26,3
Tanne	40,9	2,4	11,0	26,1
Fichte	40,6	2,8	9,4	28,3

In England wird zur Holzessigfabrication hauptsächlich Holz von Eichen, Buchen, Birken, Weissdorn und Apfelbaumholz seltener Holz von Haselnuss, Erle, Esche und Ahorn, beinahe gar nicht Pappelholz, Ulmenholz und Nadelholz verwendet. Nach Chapman liefert das Eichenholz, welches fast immer in Form von abgerindeten Aesten verwendet wird, einen ausgezeichneten Holzessig, dagegen eine brüchige Kohle, die ein kleines Volumen einnimmt, also bei Verkauf nach Mass ungünstig ist. Buchenholz liefert sehr gute Kohle, ausserdem beträchtliche Mengen von Holzgeist und Kreosot. Birke, Weissdorn und Apfelbaumholz liefern einen sehr reinen Holzessig.

Auch Baumwurzeln können zur Destillation verwendet werden. Sie liefern ein sehr werthvolles Product, sind aber schwer zu zerkleinern. Sie dürfen jedoch nicht faul sein. Ueberhaupt darf kein gefaultes Holz zur Destillation genommen werden.

Nächst der Qualität des Holzes ist für die Ausbeute von Wesen die Temperatur, bei welcher die Destillation ausgeführt wird. Chapman erhielt z. B. aus Eichensägspänen 13 bis 27 p. C. Holzkohle je nachdem er bei höherer oder niederer Temperatur destillirte. Je höher die Temperatur, desto weniger Holzkohle wird gebildet. Steigert man die Temperatur langsam, so ist die Ausbeute besser. Die Ausbeute an flüssigen Producten ist um so geringer, je rascher die Temperatur gesteigert wird, dabei entstehen mehr Gase. Eine langsame Verkohlung ist desshalb empfehlenswerth.

Je nach der Art des Rohmaterials, welches zur Verfügung steht, werden bei der trocknen Destillation des Holzes verschieden construirte Apparate zur Anwendung gebracht. Zur Verarbeitung schweren Holzes, welches in grosse Scheite gebracht werden kann, der Abfälle von Schiffswerften, des Stammholzes etc. verwendet man am besten liegende gusseiserne, seltener schmiedeeiserne Cylinder nach Art der Gasretorten von 7 bis 10 Fuss Länge und 2½ bis 3½ Fuss Durchmesser, so wie sie in England meist gebräuchlich sind. Statt dieser liegenden Cylinder kommen auch stehende eiserne Kästen oder Cylinder zur Anwendung.

Dieselben werden mit Holzscheiten beschickt und, nachdem der Deckel auflutirt ist, von einer unter denselben befindlichen Feuerung aus von aussen her erhitzt. Es tritt hiedurch Verkohlung des Holzes ein und die dabei entstehenden flüchtigen Producte: Wasser, Theer, Essig etc. entweichen durch eine Oeffnung am oberen Theil des Cylinders, während die Kohle zurückbleibt.

Die Producte der trocknen Destillation gelangen aus dem Cylinder in ein durch kaltes Wasser gekühltes Kühlrohr, in welchem sich Theer, Wasser, Essig und Holzgeist verdichten und unten in ein Sammelgefäss abfliessen, während die gasförmigen Producte durch eine am untern Theil des Kühlrohrs angebrachte Oeffnung entweichen. Sie werden meist durch ein seitlich angebrachtes Rohr in die Feuerung geleitet. Daselbst verbrennen Sumpfgas, ölbildendes Gas und andere brennbaren Bestandtheile, wodurch eine bedeutende Ersparung an Brennmaterial erzielt wird. Nach beendigter Destillation, was bei grösseren Apparaten nach ca. 24 Stunden der Fall ist, werden die Deckel der Cylinder geöffnet und die noch heissen Holzkohlen so rasch als möglich in dicht schliessende eiserne Kästen oder in gut zu verschliessende gemauerte Gruben gebracht.

Werden leichte Hölzer, unregelmässige Holzabfälle, wie kleine Aeste und Zweige verarbeitet, so bedient man sich zur Destillation statt der Retorten zweckmässiger gemauerter Oefen mit directer oder indirecter Heizung. Der aus feuerfesten Steinen aufgebaute Ofen ist entweder oben durch ein Gewölbe verschlossen oder offen. In letzterem Fall wird das Holz, nachdem es in den Ofen eingebracht ist, mit einer Schicht Erde und Rasen bedeckt. Bei dem Ofen von Reichenbach geschieht die Erhitzung vermittelst eiserner Röhren, die durch den Ofen laufen und die von aussen her zum Rothglühen erhitzt werden. Die bei der Destillation entstehenden flüchtigen Producte werden durch Kühlröhren geleitet und sammeln sich in einem gemeinsamen Reservoir an.

Zur Verarbeitung von Sägespänen und ähnlichen zerkleinerten Holzabfällen hat Halliday einen Apparat construirt, der sehr zufriedenstellende Resultate liefert. Derselbe besteht aus einer grossen liegenden Retorte aus Gusseisen, die mittelst eigener Feuerung erhitzt wird. Ueber dem vorderen Ende befindet sich der Einfülltrichter, in dessen cylindrischem Ansatz sich eine Schraube dreht. Letztere dient zur Regulirung der Füllung. In der Retorte selbst bewegt sich ebenfalls eine Schraube, durch welche die Sägespäne von dem Einfüllende durch die Retorte geführt werden. Auf diesem Weg tritt vollständige Verkohlung ein, die flüchtigen Producte entweichen durch einen nach

den Condensatoren führenden Ansatz, während die verkohlten Massen am Ende der Retorte durch ein Abfallrohr in einen hermetisch schliessenden eisernen Kasten oder in ein Wasserreservoir fallen, unterhalb dessen Wasserspiegel das Abfallrohr mündet.

Verarbeitung des rohen Destillationsproductes. Man lässt die bei der trocknen Destillation des Holzes erhaltenen Producte in einem gemeinsamen Reservoir längere Zeit ruhig stehen. Es bilden sich dann zwei Schichten, eine obere, welche neben viel Wasser die Essigsäure und den Holzgeist enthält, und eine untere aus Theer bestehend. Die wässrige Flüssigkeit wird möglichst klar abgezogen, bei starker Trübung über Sand filtrirt und dann in kupferner, durch Dampfröhren geheizter Blase einer fractionirten Destillation unterworfen. Das zuerst übergehende Fünftel des Destillates enthält den Holzgeist, welcher durch weiteres Fractioniren zuerst über Aetzkalk, dann zur Entfernung des Ammoniaks, mit wenig Schwefelsäure goreinigt wird. Doch enthält dieser Holzgeist immer Verunreinigungen, wie Aceton, brenzliche Oele, Aetherarten etc. Nachdem der Holzgeist abgetrieben ist, setzt man die Destillation fort, wechselt aber die Vorlage; es geht dann der rohe Holzessig über, der sich nach seiner Verdichtung in der Vorlage ansammelt. Der in der Blase zurückbleibende Theer wird mittelst eines Hahns am Boden abgelassen, die Blase von Neuem beschickt.

In vielen Fabriken wird vor der Destillation mit Kalk neutralisirt und dann erst der Holzgeist abgetrieben. Es bleibt dann essigsaurer Kalk in Wasser gelöst in der Blase zurück. Wendet man letzteres Verfahren an, so kann auch aus eisernen Retorten, statt aus kupfernen destillirt werden.

Zur Reinigung des rohen Holzessigs neutralisirt man die rohe Säure nachdem sie abdestillirt ist, oder auch in nicht destillirtem Zustand, so wie sie nach Abtreiben des Holzgeistes in der Blase zurückbleibt, mit Kalk oder Soda, lässt klären, zieht klar ab und dampft zur Krystallisation ein. Das dabei gewonnene Salz — essigsaurer Kalk oder essigsaures Natron — wird zum Abtropfen in Körbe gegeben, bei 230—250 ^{0} C. getrocknet und dann zur Darstellung reiner Essigsäure einer Destillation mit Schwefelsäure unterworfen. Hat man essigsauren Kalk, so wird dieser vorher in essigsaures Natron umgewandelt. Es geschieht dies durch Eintragen von gepulvertem schwefelsaurem Natron in eine wässrige Lösung des Kalksalzes vom spec. Gewicht 1,2. Es scheidet sich schwerlösliches schwefelsaures Kalk-Natron ab, während essigsaures Natron in Lösung bleibt, welches durch Eindampfen und Krystallisiren gewonnen wird.

Statt den essigsauren Kalk in essigsaures Natron umzuwandeln und dann mit Schwefelsäure zu destilliren, kann man ersteren auch einer directen Destillation mit Salzsäure unterwerfen, nur muss man sich hüten, einen grösseren Ueberschuss von Salzsäure anzuwenden, weil sonst das Product salzsäurehaltig wird.

Hat man das Rohproduct schon vor dem Abdestilliren des Holzgeistes mit Kalk neutralisirt, so dampft man die ganze Masse zur Trockne und erhitzt so lange, bis die öligen und theerigen Producte entwichen sind. Im Uebrigen geschieht dann die weitere Verarbeitung in der oben beschriebenen Weise.

8. Prüfung des Essigs.

Die Prüfung des Essigs auf seinen Essigsäuregehalt kann bequem nach der von OTTO herrührenden Methode mittelst des Acetometers ausgeführt werden. Man braucht dazu das graduirte Glasrohr, welches in Fig. 100 abgebildet ist. Dasselbe ist ca. 1 Fuss lang und hat einen Durchmesser von 1/2 Zoll; von unten bis a entspricht es 1 Kub. C.M. = 1 Grm. von a bis b 5 Kub. C. M. = 5 Grms. Wasser, von b bis c ebensoviel. Jeder Theilstrich über c entspricht genau 2,07 Grms. einer Ammoniakflüssigkeit vom spec. Gewicht 1,369. Diese 2,07 Grms. Ammoniakwasser sättigen gerade 0,1 Grm. Essigsäurehydrat. Man füllt das Rohr bis a mit Lakmuslösung, von a bis c mit dem zu untersuchenden Essig. Ist der Essig sehr stark, so setzt man nur bis b zu und verdünnt mit Wasser bis c, multiplicirt aber dann die Resultate mit 2. Man setzt dann unter häufigem Umschütteln so lange von der Ammoniakflüssigkeit hinzu, bis die rothe Lakmuslösung den Uebergang ins Blaue zeigt. Die Anzahl der Theilstriche, bis zu welchen Ammoniak zugesetzt wurde, giebt direct den Procentgehalt an Essigsäure an. Hat man z. B. bis zum 7ten Theilstrich Ammoniakflüssigkeit zugesetzt, so entspricht die letztere 7 × 0,1 = 0,7 Grms. Essigsäurhydrat und da diese in den 10 Grms. des angewandten Essigs enthalten sind, enthält letzterer 7 p. C. Essigsäurehydrat.

Fig. 100.

Statt Ammoniakflüssigkeit kann man hiezu auch jede Normalnatronlauge, am Besten 1/10 Lösung, anwenden, nur muss dann umgerechnet werden.

Die ältere Methode, nach welcher man zu einer gewogenen Menge des Essigs so lange trocknes kohlensaures Kali setzt, bis nach dem Kochen der Flüssigkeit neutrale Lakmusreaction eintritt, giebt

weniger genaue Resultate. Noch ungenauer ist die Methode, nach welcher man den Essigsäuregehalt durch den Gewichtsverlust bestimmt, den ein in ein bestimmtes Quantum Essig eingetauchtes vorher genau gewogenes Stückchen Kalkspath oder Marmor erleidet. Dabei wird ein der Essigsäure äquivalentes Quantum kohlensauren Kalks gelöst. 5 Grms. des letzteren entsprechen 6 Grms. Essigsäurehydrat.

Wie schon oben (S. 481) erwähnt, eignet sich das Aräometer nicht für Bestimmung des Essigsäuregehaltes, weil das spec. Gewicht der Essigsäure bei Zusatz von Wasser bis zu einem gewissen Punkt zu-, dann aber wieder abnimmt.

Nach Kieffer titrirt man den Essig mit einer titrirten Lösung von schwefelsaurem Kupferoxydammoniak, von welchem so lange zugesetzt wird, bis ein Niederschlag erfolgt. Die Methode soll sehr genaue Resultate ergeben.

9. Verfälschungen.

Um den Essig stärker erscheinen zu lassen, werden ihm häufig andere Säuren zugesetzt, die unter Umständen, namentlich wenn sie in beträchtlicherer Menge vorhanden sind, der Gesundheit schädlich werden können. Es sind dies hauptsächlich Schwefelsäure und Weinsäure, ausnahmsweise Salzsäure und Salpetersäure.

Zur Nachweisung der Schwefelsäure versetzt man eine Probe mit einigen Tropfen Chlorbariumlösung. Entsteht dadurch nur ein geringer Niederschlag, so rührt er von den schwefelsauren Salzen des zur Essigbereitung verwandten Brunnenwassers her, entsteht dagegen ein stärkerer Niederschlag, so prüft man auf freie Schwefelsäure auf die folgende Weise. 50 C.C. des Essigs werden in einem Glaskölbchen unter Zusatz einiger Körnchen Stärke bis auf die Hälfte eingekocht, dann erkalten gelassen. Ist Schwefelsäure vorhanden, so wird dadurch die Stärke in Zucker umgewandelt und es entsteht dann bei Zusatz eines Tropfens Jodlösung keine Bläuung mehr. Entsteht dagegen Blaufärbung, so war der Essig frei von Schwefelsäure. Auf Weinsäure prüft man nur in solchem Essig, der nicht aus Wein bereitet ist, weil dieser per se Weinsäure enthält. Soll Weinsäure als Verfälschung in Schnellessig etc. nachgewiesen werden, so dampft man eine Probe desselben auf dem Wasserbade zur Syrupconsistenz ein, löst wieder in ganz wenig Wasser, versetzt mit wenig Eisenchlorid, kocht und versetzt mit Kalilauge bis zur alkalischen Reaction. Giebt die filtrirte Flüssigkeit mit Schwefelwasserstoff einen schwarzen Niederschlag von Schwefeleisen, so ist Weinsäure vorhanden; denn nur diese ist im Stande nach Zusatz von Kalilauge zu einer heissen Eisenchlo-

ridlösung noch Eisen in Lösung zu erhalten. Zur Nachweisung der Salzsäure destillirt man, falls der Essig mit salpetersaurem Silber überhaupt einen beträchtlicheren Niederschlag gegeben hat, ca. 200 C. C. des Essigs so weit aus einer Retorte ab, bis nur noch ein dicker Syrup zurückbleibt. Giebt das Destillat mit salpetersaurem Silber einen kräftigen Niederschlag, so ist freie Salzsäure vorhanden. Salpetersäure wird durch Neutralisiren mit kohlensaurem Natron, Verdampfen zur Trockne, Kochen mit Kupferfeile und etwas Schwefelsäure nachgewiesen. Entstehen rothe Dämpfe von salpetriger Säure, so ist die Gegenwart von Salpetersäure dargethan.

Um dem Essig einen schärferen oder gewürzhafteren Geschmack zu ertheilen, wird er manchmal mit spanischem Pfeffer und anderen scharfen Gewürzen versetzt. Dieselben geben sich leicht zu erkennen, wenn man den Essig mit kohlensaurem Natron neutralisirt. Es verschwindet dann der saure Geschmack des Essigs, der des Gewürzes bleibt zurück und kann leicht erkannt werden. Da bei der Darstellung des Essigs oft Metallgefässe zur Anwendung kommen, tritt nicht selten der Fall ein, dass der Essig so metallhaltig wird, dass er nachtheilig auf die Gesundheit wirkt. Kupfer, Blei, Zinn und Zink, welche wesentlich in Betracht kommen, lassen sich durch Zusatz von Schwefelwasserstoff nachweisen. Die beiden ersteren geben einen schwarzen, Zinn einen gelben oder braunen, Zink einen weissen Niederschlag. Kupfer erkennt man auch dadurch, dass man eine Probe mit Ammoniak übersättigt, wobei Blaufärbung die Anwesenheit von Kupfer anzeigt. Bei Bleigehalt entsteht auf Zusatz von etwas verdünnter Schwefelsäure zu einer Probe des Essigs ein weisser Niederschlag. Eisen erkennt man durch den blauen Niederschlag, den ein eisenhaltiger Essig auf Zusatz von gelbem Blutlaugensalz giebt. Geringe Mengen von Eisen sind meist unschädlich.

10. Anwendung.

Der Essig hat nächst seiner Verwenduug als Zusatz zu Speisen noch eine sehr ausgedehnte Anwendung. Man verwendet ihn im Grossen zur Darstellung des essigsauren Kalks, welcher seinerseits wieder zur Bereitung von essigsaurer Thonerde und essigsaurem Natron aus den betreffendnn schwefelsauren Salzen verwendet wird; auch eine Reihe anderer essigsaurer Salze wird aus Essig dargestellt. Siebenprocentige Essigsäure giebt man als Zusatz zu dünnem Weinessig, um ihn stärker und haltbarer zn machen. Sehr hänfig wird neuerdings der Weinessig durch verdünnte Essigsäure ersetzt, welch

letzterer man, um das gewünschte Aroma hervorzubringen, etwas weissen Wein zusetzt. Grosse Massen von Essigsäure werden zur Fabrication des Bleiweiss (siehe Bd. I. S. 720) und zur Umwandlung des Nitrobenzols in Anilin mit Eisen und Essig verbraucht. In chemischen Laboratorien verwendet man die Essigsäure bei einer Reihe von Operationen und auch zu medicinischen Zwecken findet sie Anwendung.

Alkohol.

1. Entstehung.

Der Alkohol ist das Product eines physiologischen Vorganges im Leben niederer Organismen. Er entsteht immer, wenn gewisse Pilzarten unter Bedingungen, welche die Vegetation und das Leben derselben ermöglichen, mit zuckerhaltigen Flüssigkeiten zusammenkommen. Der Zucker wird dabei zersetzt; zunächst wird unter Aufnahme der Elemente des Wassers, Rohrzucker in Traubenzucker verwandelt, letzterer zerfällt dann in mehrere Producte, von denen Alkohol und Kohlensäure in grösster Menge auftreten, ohne aber die einzigen Zersetzungsproducte zu sein, denn ebenso regelmässig wie sie, finden wir nach der Umwandlung des Zuckers gewisse Mengen von Bernsteinsäure und Glycerin, während noch einige andere Stoffe gebildet werden, deren Entstehung aber von weiteren, noch nicht genügend aufgeklärten Umständen abhängig ist.

Wir bezeichnen diesen Zersetzungsprocess des Zuckers mit dem Namen der Gährung, den Pilz, welcher die Gährung hervorruft, als Gährungsmittel oder Ferment.

Wenngleich verschiedene Pilzarten die Gährung hervorzurufen vermögen, so ist es doch nur eine Art derselben, die dieses Vermögen im höchsten Grade besitzt und welche zu diesem Zwecke besonders cultivirt wird. Es ist die Bierhefe, Saccharomyces s. Mycoderma cerevisiae, ein zu den Ascomyceten zu zählender Pilz. Ungemein verbreitet in der Natur, werden die kleinsten Keime derselben durch die Strömungen der Atmosphäre überall hingeführt und entwickeln sich, sobald sie auf einen Boden fallen und in Verhältnisse gerathen, die ihrem Wachsthum günstig sind. Zuckerhaltige Früchte, deren Schale durch irgend einen Zufall eine Verletzung erlitten hat, werden durch den Wind mit Keimen des Pilzes besäet, sie werden durch die Gährung zerstört; der gepresste Saft der Trauben wird theils durch dieselbe Ursache, theils durch den Beeren anhängende Pilzsporen in Gährung versetzt; die Würze des Bierbrauers, die Maische des Branntweinbrenners und Spiritusfabrikanten wird mit künstlich cultivirtem Pilze vermischt, um den darin enthaltenen Zucker in Alkohol zu verwandeln.

In diesen Flüssigkeiten findet der Pilz alles was er zu seinem Leben, zu seiner Entwicklung, zu seiner Fortpflanzung bedarf: Eiweissstoffe, mineralische Salze, Phosphate, Alkalien, Magnesia, Kalk, schwefelsaure Salze, Zucker. Sind diese gegeben und herrscht zugleich eine Temperatur, welche dem pflanzlichen Leben zuträglich ist, nicht unter 5° und nicht über 40° C., so sehen wir, wie jedes einzelne Pilzindividuum sich rasch entwickelt und sich vermehrt, so dass die geringste Menge, zufällig oder absichtlich in solche Flüssigkeit gebrachten Pilzes, im Stande ist, grosse Mengen von Zucker zu zersetzen. Da jedes einzelne Pilzindividuum an dieser Zersetzung betheiligt ist, so wird die Zeitdauer derselben von der Menge des Pilzes abhängig sein. Sie wird lange dauern, wenn nur einzelne wenige Individuen vorhanden, die sich erst vermehren müssen, um grossen Effect hervorzubringen, sie wird eine kurze Zeit in Anspruch nehmen, wenn eine starke Aussaat des Pilzes gemacht ist. Ebenso wie die Menge der Pilzindividuen, wirken auch die weiteren Umstände auf den langsameren oder schnelleren Verlauf der Gährung ein. Bei niedriger Temperatur sehen wir alle Vorgänge des pflanzlichen Lebens sich äusserst langsam vollziehen, bei niedriger Temperatur findet eine langsame, kaum merkliche Vermehrung des Pilzes statt, bei höherer eine ungemein rasche, so dass in kürzester Zeit aus jedem Individuum zahlreiche neue Generationen heranwachsen. Je nach den Zwecken, um derentwillen man die Gährung einleitet, wird man daher verschieden verfahren. Soll die Gährung rasch verlaufen, so wird man grosse Mengen von Pilzen in eine nicht kalte, etwa 20° C. warme Flüssigkeit bringen; soll sie dagegen anhal-

tend, lange dauern, so macht man schwache Pilzaussaat bei niederer Temperatur. In ersterem Falle sehen wir lebhafte Entwicklung von Kohlensäure in der Flüssigkeit eintreten, eine grosse Menge neu gebildeter Pilze wird als schaumige, mehr oder weniger dichte Masse an die Oberfläche getrieben (Obergährung), im anderen Falle ist die Entwicklung der Kohlensäure äusserst schwach, dem Auge kaum wahrnehmbar, die sich schwach und langsam vermehrende Pilzmasse lagert sich am Boden des Gefässes ab (Untergährung).

Ebenso wie jede Pflanze sich nur auf die Dauer erhalten und sich vermehren kann, wenn alle Bedingungen ihres Wachsthums erfüllt sind, so ist es auch mit der Hefe. Bringen wir geringe Mengen derselben in reine Zuckerlösungen, so tritt Gährung ein, die Hefe bildet neue Individuen. Nach ganz kurzer Zeit jedoch, selbst wenn die übrigen Bedingungen, Temperaturverhältnisse, die günstigsten sind, findet Stillstand statt, der Rest des Zuckers bleibt unzersetzt, wenn nicht von aussen neue Hefenmengen hinzukommen. Der Pilz hat in diesem Falle sein Lebensende erreicht, es sind einzelne neue Individuen herangewachsen, sie haben sich gebildet auf Kosten des Materials der älteren, sie müssen aber hier zu Grunde gehen, Hungers sterben, sobald der geringe Vorrath ihres Ernährungsmaterials erschöpft ist. In der Flüssigkeit finden wir in diesem Falle Leucin und Tyrosin, Zersetzungsproducte des Eiweisses, welche nicht mehr zur Ernährung dieser Organismen geeignet sind.

Ebenso wie wir die Keime des Hefenpilz überall in der Luft verbreitet wissen, so finden sich noch vielfache andere Keime in der Atmosphäre, die, falls sie in ein ihrer Entwicklung günstiges Medium gerathen, ihre besonderen Einflüsse geltend machen. In dieser Beziehung ist in erster Reihe zu erwähnen: die Milchsäurehefe, ein zu den Schizomyceten zu zählender Pilz, der die Eigenschaft hat, den Zucker in Milchsäure umzuwandeln. Er macht dieselben Ansprüche an das Ernährungsmaterial wie die gewöhnliche Hefe, wird also überall da gedeihen, wo jene fortkommt. Seine Gegenwart bringt daher da, wo es sich um die Gewinnung des Alkohols handelt, Verluste, sie ist umso bedenklicher, wenn das Milchsäureferment sich in den Hefeculturen ansiedelt, da dann neben der eigentlichen Hefe grosse Aussaaten jenes verderblichen Pilzes in die für die Alkoholgährung bestimmten Flüssigkeiten gemacht werden, wodurch beträchtliche Verluste des Alkohol liefernden Materiales herbeigeführt werden. Das einzige, aber gründliche Remedium ist dann, die vorhandenen Hefeculturen ganz zu beseitigen und mit frischem Material zu beginnen. Die günstigste Temperatur für die Entwicklung der Milchsäurehefe liegt zwischen 35 und

25° C., man hat daher, wenn möglichst reine Alkoholgährung beabsichtigt wird, es zu vermeiden, dass die Flüssigkeiten längere Zeit bei dieser Temperatur mit der Luft in Berührung sind.

Von weiteren Pilzen haben wir die Essigsäurehefe, Mycoderma Aceti, zu den Bacterien gehörig, zu berücksichtigen. Ihr Einfluss besteht darin, dass sie während ihrer Vegetation den durch die eigentliche Hefe gebildeten Alkohol zerstört, dadurch, dass sie den aus der Atmosphäre aufgenommenen Sauerstoff an den Alkohol überträgt und denselben in Essigsäure verwandelt. Um sich vor ihr zu schützen, hat man den Alkohol sobald er gebildet ist aus der mit Fermenten beladenen und deren Entwicklung günstigen Flüssigkeit abzuscheiden und in möglichst reine Form überzuführen. In reinem Alkohol oder in Mischungen von Alkohol und reinem Wasser kann die Essigsäurehefe so wenig gedeihen, wie die eigentliche Hefe in reinen Zuckerlösungen.

Im weiteren mag über die Entstehungsweise des Alkohols im Gährungsprocess auf das in den Artikeln Bier S. 399 und Wein S. 44[illegible] Gesagte verwiesen werden.

Ausser durch den Gährungsprocess kann der Alkohol künstlich durch Synthese dargestellt werden. Lässt man das sog. ölbildende Gas oder Aethylen C^2H^4 auf concentrirte Schwefelsäure einwirken, so absorbirt die Säure das Gas unter Bildung von Aethylschwefelsäure, die nach dem Vermischen mit Wasser bei Siedhitze sich in Alkohol und Schwefelsäure zersetzt. Man glaubte diese Bildungsweise technisch verwerthen zu können, indem man durch concentrirte Schwefelsäure das unter den Destillationsproducten der Steinkohle, im Leuchtgase, sich findende ölbildende Gas absorbiren liess, die saure Flüssigkeit wurde mit Wasser vermischt der Destillation unterworfen, wobei Alkohol abdestillirte; die zurückbleibende Säure sollte dann nur durch Verdampfen concentrirt werden, um immer von neuem wieder benützt werden zu können. Es soll in Belgien eine Fabrik nach diesem Verfahren gearbeitet haben. In neuerer Zeit hat man jedoch von ihrer Existenz nichts mehr vernommen, es ist daher wahrscheinlich, dass technische Schwierigkeiten das Unternehmen haben scheitern lassen.

2. Eigenschaften des Alkohols.

Der reine Alkohol ist eine farblose Flüssigkeit, von eigenthümlichem, angenehmem Geruch und brennendem Geschmack. Im rohen Zustande, so wie er bei der Destillation aus gegohrenen Flüssigkeiten abgeschieden wird, ist sein Geruch und sein Geschmack abhängig von Nebenbestandtheilen, die gleichzeitig mit dem Alkohol durch den Gährungsprocess gebildet werden, wie Fuselöle verschiedener Art. Im

verdünnten Zustande hat der Alkohol einen angenehmen Geschmack, — Mischungen von gleichen Theilen Alkohol und Wasser sind als Branntwein bekanntes Genussmittel. In diesem verdünnten Zustande in mässigen Gaben genossen, übt der Alkohol eine eigenthümliche, belebende und erfrischende Wirkung auf das Nervensystem aus, bei grösseren Dosen artet diese Erregung der Nerven aus und endet mit allgemeiner Erschlaffung. Sämmtliche alkoholische Getränke, Branntwein, Wein, Bier verdanken ihre Wirkung dem Alkoholgehalt. In concentrirter Form oder in reinem Zustande in den Organismus gebracht, ist der Alkohol tödtliches Gift.

Die Zusammensetzung des Alkohols lässt sich durch die Formel $C^{2}H^{6}O$ oder $C^{4}H^{6}O^{2}$ ausdrücken, wonach sich folgende procentische Zusammensetzung ergiebt:

Kohlenstoff . .	52,65.
Wasserstoff . ..	12,90.
Sauerstoff . .	34,45.
	100.

Sein specifisches Gewicht ist nach den von POUILLET bestätigten Beobachtungen GAY-LUSSAC's 0,7947 bei einer Temperatur von 15°, bei 0° ist es = 0,8064. Er siedet unter einem Druck von 0,760 M. Quecksilber bei 78,4. Seine specifische Wärme ist, nach KOPP, 0,615, seine Verdampfungswärme 208,92, während die specifische Wärme des Wassers = 1, die Verdampfungswärme desselben 536,5 ist. Der niedere Siedpunkt ermöglicht eine Trennung des Alkohols vom Wasser durch Destillation, seine geringe specifische Wärme und geringe Verdampfungswärme machen es möglich, Gemische von Alkoholdampf und Wasserdampf an Alkohol sehr wesentlich zu bereichern, dadurch, dass man ihnen einen Theil der Wärme entzieht; es wird dann vorzugsweise Wasserdampf condensirt werden, während der viel weniger Wärme erfordernde Alkohol noch dampfförmig bleiben kann. Es verdampft der Alkohol in höherem oder geringerem Maasse bei jedem Wärmegrade, wodurch Verluste beim Lagern entstehen. Die Dämpfe, selbst mit Luft gemischt, sind entzündlich, man hat daher die Annäherung brennender Lichter zu vermeiden und kann die Nichtbeachtung dieser Vorsichtsmaassregel als Ursache mancher Feuersbrunst von Spirituslagern erklären. Ebenso wie der Dampf, ist auch der Alkohol mit grosser Leichtigkeit entzündlich, er verbrennt, wenn frei von anderen Substanzen, mit bläulicher, nicht leuchtender Flamme. Die Gegenwart fremder Substanzen ertheilt der Alkoholflamme charakteristische Färbungen, Natronsalze intensiv gelb, Strontiansalze purpurroth, Kalksalze gelblichroth, Kupfersalze grün.

Mit Wasser ist der Alkohol in allen Verhältnissen mischbar. Der reine Alkohol hat so grosse Affinität zum Wasser, dass er Wasserdampf aus der Luft absorbirt. Beim Vermischen von Alkohol und Wasser findet zunächst deutliche Erwärmung und dann eine beträchtliche Contraction statt, so dass das Volumen der vermischten Flüssigkeit immer geringer, als das ihrer Componenten ist. Die grösste Contraction tritt ein, wenn 53,7 Vol. Alkohol mit 49,8 Vol. Wasser gemischt werden, man erhält dabei 100 Volumina verdünnten Alkohol statt der 103,5 Vol., welche durch Addition der Componenten entstehen müssten. Aus diesem Verhalten folgt, dass Mischungen von Alkohol und Wasser auch nicht ein ihren Componenten entsprechendes specifisches Gewicht haben können, dieses letztere wird durch die stattfindende Contraction beeinflusst. Am eingehendsten sind die specifischen Gewichte solcher Mischungen von GILPIN und GAY-LUSSAC studirt worden. Die Arbeiten der ersteren sind von TRALLES benützt worden zur Berechnung von Tabellen, aus welchen unmittelbar nach dem bei einer Temperatur von 60° F. = $15\frac{5}{9}$° C. beobachteten specifischen Gewicht der Alkoholgehalt der Mischungen zu ersehen ist, gleiche Tabellen berechnete GAY-LUSSAC nach eigenen Beobachtungen, bei denen er eine Temperatur von 15° C. zu Grunde legte. Um die Ermittelung des specifischen Gewichtes und die Vergleichung mit den Tabellen zu ersparen, hat man Aräometer construirt, auf welchen statt der specifischen Gewichte unmittelbar die diesen entsprechenden Alkoholprocente der Flüssigkeit aufgetragen sind. Das Alkoholometer GAY-LUSSAC's ist in Frankreich, das von TRALLES in Deutschland allgemein in Gebrauch. Beide zeigen Differenzen, welche grösser sind als der Einfluss, welchen die Verschiedenheit der Normaltemperatur hervorrufen könnte. Für genaue Messungen verdient das TRALLES'sche Alkoholometer das grössere Vertrauen. Ausser dem Alkoholometer von GAY-LUSSAC findet ein auf rein empirischer Grundlage beruhendes Instrument, das Alkoholometer von CARTIER, in Frankreich noch Verwendung. Es trägt eine in 44 Theile getheilte Skala, deren 10° dem specifischen Gewicht des Wassers entspricht, während der 44° dem specifischen Gewicht des wasserfreien Alkohols gleichkommt. Ausserdem findet der Unterschied statt, dass CARTIER die Normaltemperatur, bei welcher alle Messungen vorzunehmen sind auf 12,5° C. verlegte.

Die auf dem französischen Markte üblichen Bezeichnungen der alkoholischen Flüssigkeiten, mit ihren Stärken nach beiden Alkoholometern bestimmt, sind in Folgendem zusammengestellt.

	CARTIER.	GAY-LUSSAC
Wasserfreier, absoluter Alkohol	44	100
Rectificirter Spiritus aus Melasse, Rüben, Korn, Kartoffeln	39	94,1
Spiritus 3/6 aus gleichem Rohmaterial . . .	36	89,6
Weinspiritus von Montpellier 3/6	33	84,4
Branntwein preuve de Hollande	22	58,7
Branntwein preuve des Londres	21,6	58
Doppelter Branntwein Cognac	20	52,5
Gewöhnlicher Branntwein des Handels . . .	19	49,1
Schwacher Branntwein	18	45,5

In Deutschland kennen wir diese Bezeichnungen nicht. Der Werth der alkoholischen Flüssigkeiten wird nach ihrem Gehalt an reinem Alkohol bestimmt und dabei das TRALLES'sche Alkoholometer zu Grunde gelegt. Ein Spiritus von 80 Procent ist ein solcher, von welchem 100 Volumtheile, bei $15^{5}/_{9}{}^{0}$ C. ($12^{4}/_{9}{}^{0}$ R.) gemessen, 80 Volumtheile wasserfreien Alkohol enthalten, oder von welchem in 100 Liter 80 Liter reiner Alkohol enthalten sind. Ein Liter solchen Alkohols enthält dann 80 Literprocent. Der Ausdruck Literprocent ist immer gleichbedeutend mit $^{1}/_{100}$ Liter wasserfreiem Weingeist. Als Markteinheit gelten 10000 Literprocente, gleichviel in welchem Quantum Spiritus diese enthalten sind. —

Der concentrirte Alkohol hat ein grosses Lösungsvermögen für eine Reihe verschiedener Substanzen. Er löst die Hydrate der Alkalien, Kali-, Natronhydrat, die Schwefelalkalien, viele Salze, namentlich solche, welche zerfliesslich sind, Chlorcalcium, Chlormagnesium, Chlorstrontium, salpetersauren Kalk, salpetersaure Magnesia, während salpetersaurer Strontian in Alkohol unlöslich ist. Quecksilberchlorid wird von Alkohol leichter, als von Wasser gelöst, ebenso ist das Quecksilberbromid und Jodid in Alkohol löslich. Viele andere, in Wasser lösliche Salze sind in Alkohol unlöslich. Man benützt diese Eigenschaft des Alkohols vielfach zu analytischen Trennungen mancher Substanzen und zur Reindarstellung derselben; sind dieselben in Wasser löslich, in Alkohol aber unlöslich, so kann man sie durch Zusatz von Alkohol vielfach aus ihren wässerigen Lösungen abscheiden. Die Löslichkeit des salpetersauren Kalkes in Alkohol benützt man technisch, um denselben vom salpetersauren Strontian zu trennen; für die Zwecke der Reindarstellung fällt man den in Alkohol unlöslichen Eisenvitriol aus seinen wässerigen Lösungen. Viele organische Substanzen, welche in Wasser unlöslich sind, lösen sich mit Leichtigkeit in Alkohol, z. B. die ätherischen Oele, die meisten Harze und Pflanzenbasen,

die Fettsäuren, manche fette Oele und Neutralfette, Kohlenwasserstoffe, Paraffin, Campher, Seifen.

Die alkoholischen Lösungen ätherischer Oele finden in der Parfümerie Verwendung, die der Harze sind die weingeistigen Firnisse, von der Löslichkeit der Pflanzenbasen macht man bei der Darstellung der Alkaloide Gebrauch, alkoholische Seifenlösungen liefern beim Verdampfen des Alkohols die sog. Transparentseifen.

Die concentrirten alkoholischen Lösungen mancher Salze scheiden beim Erkalten Krystalle ab, in welche Alkohol als Bestandtheil eingeht. Der Alkohol vertritt darin die Stelle des Krystallwassers. Solche Salze sind namentlich von GRAHAM studirt und von ihm Alkoholate genannt worden.

Die Löslichkeit mancher Substanzen in Alkohol kann die gegenseitigen Affinitäten verändern. Leitet man in eine alkoholische Lösung von essigsaurem Kali Kohlensäure ein, so findet Zersetzung statt, die Essigsäure wird in Freiheit gesetzt, während sich in Alkohol unlösliches Kalibicarbonat ausscheidet. In wässeriger Lösung werden dagegen alle kohlensauren Salze mit grösster Leichtigkeit von Essigsäure zerlegt.

Unter dem Einfluss des atmosphärischen Sauerstoffs erleidet der Alkohol bei niederer Temperatur langsame Zersetzung, er wird in Essigsäure übergeführt. Immer jedoch nur in geringem Grade, wenn der Alkohol nicht sehr mit Wasser verdünnt ist. Sehr wasserreicher Alkohol in grossen Flächen der Luft dargeboten, z. B. über poröse Körper vertheilt, nimmt rasch Sauerstoff auf und verwandelt sich in Essigsäure. Die Bereitung des Essigs nach der Methode der sog. Schnellessigfabrikation beruht auf dieser Zersetzung. Es kann daher der Alkohol auf zwei verschiedene Weisen in Essigsäure übergeführt werden. Entweder durch unmittelbare Aufnahme von Sauerstoff, oder durch die Wirkung von Pilzen, welche den Sauerstoff aus der Atmosphäre auf den Alkohol übertragen.

Durch Einwirkung concentrirter Schwefelsäure auf Alkohol bildet sich bei gewöhnlicher Temperatur Aethylschwefelsäure. Erhitzt man diese mit einem Ueberschuss von Schwefelsäure auf eine Temperatur von 140° und lässt dann in die heisse Flüssigkeit langsam Alkohol fliessen, so findet Zersetzung statt, es destillirt Aethyläther und Wasser, ohne dass bei richtiger Leitung des Zuflusses des Alkohols und genauer Einhaltung der angegebenen Temperatur die Schwefelsäure wesentlich verändert würde. Bei einer höher gesteigerten Temperatur geht die Zersetzung weiter, der Alkohol wird in ölbildendes Gas, Aethylen verwandelt.

3. Darstellung des reinen Alkohols.

Zur Darstellung des reinen Alkohols wird man niemals von gegohrenen Flüssigkeiten ausgehen, sondern sich immer eines schon im hohen Grade gereinigten Materials, welches Handelsproduct ist, bedienen. Es ist dies der rectificirte Spiritus, wie er von den Spritfabriken geliefert wird. Derselbe ist frei von fremden Alkoholen und enthält nur noch Wasser im Betrage von 5—8 Procent. Diese letzten geringen Mengen von Wasser sind dem Alkohol durch wiederholte Destillation nicht mehr zu entziehen. Man kann die vollständige Entwässerung des Alkohols nur dadurch erreichen, dass man Körper zusetzt, welche sich chemisch mit dem Wasser verbinden und dann Verbindungen bilden, die bei der Temperatur des siedenden Alkohols nicht zerlegt werden. Lässt man wasserhaltigen Alkohol mit gebranntem Kalk in Berührung, so entzieht dieser das Wasser dem Alkohol unter Bildung von Kalkhydrat, während der Alkohol wasserfrei zurückbleibt und durch Destillation vom Kalkhydrat getrennt werden kann. Oder fügt man zum wasserhaltigen Alkohol Kupfervitriol, welcher durch Erhitzen seines Krystallwassers beraubt ist, so nimmt dieser das Wasser auf und bindet es als Krystallwasser. Ganz gleich verhält sich das wasserfreie Chlorcalcium. Durch jede dieser drei Substanzen kann man den Alkohol vollständig entwässern; man bedient sich jedoch selten dazu des gebrannten Kalks, weil der Alkohol davon einen nicht angenehmen Geruch und Geschmack annimmt, ob dies durch Einwirkung des Kalkes auf im Sprit noch enthaltene fremde Körper herrührt, oder ob durch den Kalk eine geringe Zersetzung des Alkohols selbst herbeigeführt wird, ist nicht bekannt.

Handelt es sich um Darstellung kleinerer Mengen reinen Alkohols, so verfährt man zweckmässig wie folgt.

Kupfervitriol wird gröblich gepulvert und in einer eisernen Schale über freiem Feuer unter häufigem Umrühren so lange erhitzt, bis die blaue Farbe verschwunden und derselbe in ein fast weisses, schwach bläulich gefärbtes Pulver verwandelt ist. Der Kupfervitriol giebt dabei sein Krystallwasser vollständig ab, es bleibt wasserfreies schwefelsaures Kupfer zurück. Hievon schüttet man ein grösseres Quantum in einen Kolben, füllt denselben zu drei Viertel mit rectificirtem Spiritus und lässt beide Substanzen in dem wohlverschlossenen Kolben unter häufigem Umschütteln etwa 24 Stunden mit einander in Berührung. Je nach dem grösseren oder geringeren Wassergehalt des Spiritus färbt sich dabei das schwefelsaure Kupfer mehr oder weniger blau, indem ein entsprechender Theil desselben Krystallwasser aufnimmt und wieder in

Kupfervitriol übergeführt wird. Man verbindet dann den Kolben mit einem Kühlapparat, erhitzt denselben im Wasserbade und destillirt den Alkohol ab. Das Destillat ist reiner Alkohol — absoluter Alkohol. Den im Kolben verbleibenden Rückstand kann man von neuem entwässern und wieder benützen.

Bei der fabrikmässigen Darstellung bedient man sich gewöhnlich des Chlorcalciums. Dasselbe wird vor der Verwendung bei Glühhitze geschmolzen und noch warm in kleine Stücke zerschlagen. Diese werden in einer kupfernen Destillirblase mit Weingeist übergossen und bleiben unter öfterem Umrühren 24 Stunden mit demselben in Berührung. Es löst sich dabei eine grosse Menge von dem Chlorcalcium im Alkohol auf, es muss so viel Chlorcalcium zugesetzt werden, dass schliesslich noch ein Theil ungelöst vorhanden ist. Die Destillation geschieht entweder über freiem Feuer, oder besser durch Dampfheizung, zu welchem Behuf dann die Destillirblase mit einem eisernen Mantel umgeben ist, in welchen man Dampf circuliren lässt. Die Destillation beginnt schon bei gelinder Erwärmung, sobald die Flüssigkeit den Siedpunkt des Alkohols erreicht hat. Die ersten Theile des Destillates fängt man besonders auf, da sie etwas wasserhaltig sein können, dann wechselt man die Vorlage. Die Destillation vollzieht sich durchaus ruhig und gleichmässig, erst gegen Ende der Operation wird sie langsamer. Man wechselt dann von neuem die Vorlage, verstärkt das Feuer oder den Dampfdruck im Mantel etwas und unterbricht erst die Erhitzung, wenn nichts mehr übergeht. Das erste und das letzte Destillat setzt man bei einer späteren Operation dem Spiritus zu, die Hauptmasse des Destillates ist absoluter Alkohol. Nach Beseitigung des Feuers übergiesst man das in der Destillirblase zurückbleibende Chlorcalcium mit heissem Wasser, um es zu lösen und so mit Leichtigkeit aus dem Apparat entfernen zu können; würde man dieses unterlassen, so würde das Chlorcalcium beim Erkalten zu einer festen Masse erstarren, die der Reinigung des Apparates Schwierigkeiten entgegensetzen würde.

Die Reinheit des absoluten Alkohols constatirt man mittelst des Alkoholometers. Dasselbe muss bei der Normaltemperatur genau bis zum 100 Theilstrich seiner Skala einsinken. Zeigt das Alkoholometer einen geringeren Gehalt, so wiederholt man die Behandlung mit Chlorcalcium.

4. Verwendungen des Alkohols.

Die alkoholischen Flüssigkeiten finden ungemein zahlreiche Anwendung im gewöhnlichen Leben, den Künsten und Gewerben. In

grösster Menge als Genussmittel. Im reinen Zustande in den Körper gebracht, wirkt der Alkohol als Gift, mit Wasser verdünnt, hat er die oben beschriebenen physiologischen Wirkungen, um derentwillen er von allen Nationen, von allen Völkern des Erdballs in verschiedenen Formen, in verschiedenem Reinheitsgrade, mit verschiedenen Zusätzen in ausserordentlich grossen Mengen genossen wird. Dieser gewöhnlich zur Hälfte bis zu zwei Dritteln mit Wasser vermischte Alkohol wird mit dem allgemeinen Namen Branntwein bezeichnet. Besondere Arten des Branntweins werden mit eigenen Namen belegt, die theils dem Rohmaterial, aus welchem derselbe wirklich oder angeblich dargestellt ist, entnommen, theils den Ort seiner Darstellung bezeichnen. So Korn-, Kartoffel-, Kirsch-, Pflaumen-Branntwein, Nordhäuser, Cognac. Rum wird in bester Qualität in Westindien aus Syrupen der Zuckerplantagen und Zuckerrohr, Arrac in Ostindien aus Reis und Palmensaft bereitet. Mit Zucker versüsste und mit ätherischen Stoffen aromatisirte Branntweine bezeichnet man als Liqueure oder wenn bittere Pflanzenextracte in grösserer Menge zugesetzt sind, als Bittere; von beiden existiren die verschiedensten Arten, die gewöhnlich mit Phantasienamen belegt werden. Diese verschiedenen Branntweine werden entweder unmittelbar durch Destillation gegohrener Flüssigkeiten dargestellt, oder jetzt häufiger dadurch, dass aus solchen Flüssigkeiten zunächst eine concentrirtere alkoholische Flüssigkeit von etwa 80—85 Proc. Alkoholgehalt, Rohspiritus, gewonnen wird, der durch Rectification von fremden, im Gährungsprocess gebildeten Stoffen befreit und in Sprit von 90—95 Proc. Alkoholgehalt verwandelt wird. Der Sprit mit den nöthigen Zusätzen von Wasser, Zucker etc. liefert dann die Branntweine, Liqueure u. s. w.

Der Spiritus findet seiner leichten Entzündlichkeit wegen Verwendung als Brennmaterial. Er dient zur Darstellung vieler chemischer Präparate: Essigsäure, Aether, Chloroform etc.; seines Lösungsvermögen wegen bedient man sich desselben bei der Gewinnung und Reindarstellung der Alkaloide; in der Firnissbereitung. Der Sprit wird in grössten Massen, ausser zu der erwähnten Bereitung der Branntweine, zum sog. Verschneiden des Weines gebraucht, um alkoholarme Weine kräftiger und haltbarer zu machen; ferner zur Bereitung der alkoholischen Tincturen der Apotheker, in der Parfümerie und zu vielen anderen Zwecken.

5. Rohmaterialien der Spiritusfabrikation.

Jede Substanz, welche entweder fertig gebildeten Alkohol, oder einen gährungsfähigen Zucker, oder eine Zuckerart, die selbst zwar

nicht gährungsfähig aber leicht in gährungsfähigen Zucker zu verwandeln ist, oder eine Substanz aus der ein gährungsfähiger Zucker darstellbar ist, enthält, ist zur Spiritusfabrikation verwendbar. Also Wein, Bier, Obstwein wegen ihres Alkoholgehaltes, die verschiedenen Obst- und Beerenarten, wegen des in ihnen enthaltenen Trauben- und Fruchtzuckers, die Zuckerrüben und Melassen, wegen ihres Gehaltes an Rohrzucker, die Milch wegen des Milchzuckers, die Kartoffeln, die Körner der Cerealien, viele Früchte wegen des Gehaltes an Stärkmehl, das Holz indem die Cellulose desselben in Traubenzucker zu verwandeln ist.

Bei der Auswahl des Rohmaterials kommen verschiedene Umstände in Betracht. Im allgemeinen wird man sich für dasjenige entscheiden, aus welchem unter gegebenen Verhältnissen sich die grösste Menge von Spiritus mit wenigsten Unkosten erzeugen lässt. Andererseits hat man gewisse Zwecke der Verwendung zu berücksichtigen, will man unmittelbar ein geniessbares Getränk von bestimmten Eigenthümlichkeiten herstellen, so wird man das Rohmaterial wählen, welches allein diese Eigenthümlichkeiten gewähren kann, zur Bereitung des Cognacs den Wein, zur Bereitung von Kirschwasser die Kirschen, wo dann der höhere Werth des Productes die höheren Kosten des Rohmaterials zu decken hat. Endlich können gewisse ganz ausserhalb der Fabrikation und der Handelconjuncturen liegende Verhältnisse manche Rohstoffe vollständig von der Verwendung ausschliessen. In dieser Beziehung hat die Spiritusfabrikation in Deutschland, zum Nutzen mancher ländlichen Districte, gegenwärtig noch, hoffentlich aber nicht lange mehr, zu leiden, indem die Art und Weise der Besteuerung der Spiritusfabrikation es unmöglich macht irgend ein Material mit Nutzen zu verarbeiten, welches nicht in einem möglichst kleinen Volumen eine grosse Menge von Alkohol bildendem Material enthält.

6. Operationen der Spiritusfabrikation.

Je nach den Rohmaterialien, welche man verarbeitet, werden die einzelnen der auszuführenden Operationen verschieden sein. Nehmen wir zunächst den einfachsten Fall:

a) Verarbeitung von alkoholhaltigen Flüssigkeiten. Es handelt sich hier nur darum, den bereits vorhandenen Alkohol von fremden Bestandtheilen, theils flüchtigen, theils nicht flüchtigen zu trennen und denselben in eine concentrirtere Form überzuführen. Es geschieht durch Destillation. Der Alkohol hat, wie oben angegeben, einen niederen Siedpunkt und geringere Dampfwärme als das Wasser. Wenn man daher eine wenig Alkohol enthaltende Flüssigkeit erhitzt und einige Zeit im Sieden erhält, so wird sich ein Gemisch von Alkohol-

und Wasserdämpfen bilden, welches unter allen Umständen reicher an Alkohol ist als die ursprüngliche Flüssigkeit, nach einiger Zeit wird die zurückbleibende Flüssigkeit frei von Alkohol sein. Condensirt man die Dämpfe, so erhält man als Destillat eine Flüssigkeit, welche von allen nicht flüchtigen Stoffen frei ist und Alkohol und Wasser in wechselndem Verhältniss enthält, je nachdem man die Destillation längere oder kürzere Zeit fortgesetzt hat. Man kann annehmen, dass man, um allen in gegohrenen Flüssigkeiten enthaltenen Alkohol zu gewinnen, etwa den dritten Theil des Volumens der Flüssigkeit zu verdampfen hat. Der alkoholfreie Rückstand wird als Schlempe bezeichnet, das Destillat mit dem Namen Lutter belegt. Es enthält Alkohol und Wasser, wenn die Destillation nicht sehr frühzeitig unterbrochen wird, wie es für manche Zwecke erforderlich ist, in solchem Verhältniss, dass der Alkoholgehalt nicht hoch genug ist, um gleich von vornherein ein dem Genusse dienendes Getränk herzustellen, ausserdem kommen darin Stoffe vor, welche zwar im reinen Zustande einen Siedpunkt haben, der weit über dem des Alkohols und des Wassers liegt, die aber die Eigenschaft haben mit dem Wasser, zum Theil wenigstens, zu verdampfen. Es sind dies Körper, die mit dem gemeinsamen Namen Fuselöl bezeichnet werden und von denen der bekannteste der Amylalkohol, vorzugsweise bei der Gährung stärkemehlhaltiger Stoffe gebildet, ist. Diese Fuselöle haben meistens einen höchst widerwärtigen Geruch und Geschmack und benachtheiligen durch ihre Gegenwart die Qualität des Getränkes. Andere dagegen zeichnen sich durch das entgegengesetzte Verhalten aus, sie sind von hohem Aroma, ihre Erhaltung ist daher zur Veredlung des Getränkes erforderlich. In diesem letzteren Falle wird man daher das Destilliren so leiten, dass man sie unterbricht, sobald das Destillat durch die nachfolgendenden Wasserdämpfe mehr verdünnt werden würde, als der Stärke des zu verfertigenden Branntweins entspricht. Man würde Verlust an Alkohol haben, wenn man bei diesem Zeitpunkt die Destillation bereits beendigen würde, da im Rückstande noch Alkohol vorhanden ist. Um diesen zu gewinnen, fährt man nach gewechselter Vorlage fort zu destilliren bis nur noch Wasserdämpfe sich bilden und fügt dann diesen Theil des Destillates, den Nachlauf, bei der nächsten Operation zu der zu destillirenden Flüssigkeit.

In den bei weitem meisten Fällen hat man den bei der ersten Destillation gewonnenen Lutter weiter zu concentriren und zu reinigen. Ausser den schon erwähnten Fuselölen enthält derselbe einige Körper deren Siedpunkt tiefer liegt als der des Alkohols, Aldehyd, Aetherarten, gebildet durch eine Zersetzung des Alkohols. Diese geben dem

Branntwein einen brennenden heissen Geschmack und müssen ebenfalls entfernt werden. Die Reinigung des Lutters erfolgt durch eine zweite Destillation, das Rectificiren oder Weinen. Man erhitzt dabei anfangs möglichst gelinde, um zunächst die fremden, flüchtigsten Substanzen fortzuschaffen, die sich in den ersten Theilen des Destillates, dem Vorlauf concentriren. Man wechselt die Vorlage sobald ein in die hohle Hand genommener Tropfen des Destillates den Geruch des reinen Branntweins zeigt. Die Hauptmenge des Destillates ist dann Branntwein, den man so lange auffängt, bis der nachfolgende nicht mehr stark genug ist. Alsdann sammelt man den Rest des Alkohols im Nachlauf, der immer reichliche Mengen von Fuselöl enthält. Vorlauf und Nachlauf vereinigt man mit dem Lutter der nächsten Operation, um den in beiden enthaltenen Alkohol zu gewinnen.

Will man den gewonnenen Branntwein in Spiritus verwandeln, so wiederholt man die Rectificationen mehrmals, wobei man dahin kommt ein immer alkoholreicher werdendes Destillat, unter Absonderung schwächeren Nachlaufs zu erhalten.

Diese wiederholten Destillationen erfordern einen verhältnissmässig hohen Aufwand von Brennmaterial, Arbeitskraft und bringen unvermeidlich Verluste mit sich. Da man gegenwärtig Methoden kennt, welche diese Nachtheile umgehen lassen, so macht man von der directen Darstellung des Branntweins nur noch da Gebrauch, wo es sich um die Erhaltung des eigenthümlichen Aromas der gegohrenen Flüssigkeit handelt, oder da wo ganz geringes Anlagecapital die Anwendung kostspieligerer Apparate es nicht zulässt. In den bei weitem meisten Fällen verfährt man jetzt derartig, dass man mit vervollkommneten Apparaten gleich von vornherein einen mit verhältnissmässig wenig Fuselöl beladenen starken Spiritus, von mindestens 80 Proc. Alkoholgehalt darstellt, diesen durch eine Rectification in Sprit verwandelt und dann diesen durch Zusatz von Wasser auf die Stärke des Branntweins bringt. Wir werden in späterem vielfach Gelegenheit haben die verschiedenen Formen der Spiritus-Destillations-Apparate zu beschreiben, daher hier nur das Princip auf welches ihre Wirksamkeit zurückzuführen ist.

In einem Gemisch von Alkoholdampf und Wasserdampf haben wir zwei Körper von sehr verschiedenem Wärmebedarf. Die Dampfwärme und die specifische Wärme des Wassers ist sehr viel höher als die des Alkohols. Wenn einer solchen Mischung ein Theil der Wärme entzogen wird, so wird ein Theil des Dampfes sich zu tropfbarer Flüssigkeit verdichten. Da aber der Alkohol weit weniger Wärmebedarf als das Wasser, um Dampfform anzunehmen oder zu behalten,

so ist es klar, dass bei einem Wärmeentzuge zunächst der Theil des Dampfes verdichtet werden muss, welcher den höchsten Wärmebedarf hat, also das Wasser. Eine Folge davon ist, dass die Mischung der Dämpfe wasserärmer und alkoholreicher wird. Entzieht man dann dieser Mischung von neuem einen Theil der Wärme, so findet wieder dasselbe statt, eine Condensation von Wasser, eine Concentrirung des Alkohols. Wiederholt man dasselbe oft genug, so kommt man schliesslich zu einem Punkt bei welchem das Wasser- und Alkoholdampfgemisch zum ganz überwiegenden Theil aus Alkoholdampf mit wenig Wasserdampf gemischt besteht. Erst dann nimmt man die vollständige Condensation vor.

Auf dieses Verhalten basirt sind zahlreiche, verschiedene Destillirapparate construirt, die, so verschieden sie auch in ihrem Aussehen sind, so mannigfache Abweichungen sie auch zeigen mögen, doch immer im wesentlichen auf dasselbe Princip zurückzuführen sind. Ueberall wird in einem Gefässe die zu destillirende Flüssigkeit erhitzt, sei es durch directes Feuer, sei es durch geschlossene Heizvorrichtungen mit gespanntem Dampf, sei es durch frei einströmenden Dampf. Das hier sich bildende Gemisch von viel Wasser- und wenig Alkoholdampf wird in ein zweites mit zu destillirender, entweder kalter oder bereits erwärmter Flüssigkeit gefülltes Gefäss geleitet. Je nach der Temperaturdifferenz des Dampfes und der hier befindlichen Flüssigkeit wird hier mehr oder weniger von dem Dampf verdichtet werden, immer aber in grösster Menge der am meisten Wärme bedürftige Theil, das Wasser. Die nachfolgenden Dämpfe werden dann noch Wärme genug besitzen, um nicht allein den hier mit verdichteten Alkohol wieder in Dampfform überzuführen, sondern auch den in dem zweiten Gefäss enthaltenen Alkohol zum grossen Theil in Dampf zu verwandeln. Dieses alkoholreicher gewordene Gemisch von Dampf kann man ein drittes, viertes, fünftes mit zu destillirender Flüssigkeit gefülltes Gefäss passiren lassen und dadurch, unter beständiger Condensation von Wasser, immer mehr Alkohol verdampfen. Oder man kann auf eine neue Verdampfung von Alkohol verzichten und das vorhandene Gemisch von Dämpfen dadurch alkoholreicher machen, dass man ihm nur Wasserdampf entzieht, so, dass man es in ein leeres Gefäss führt, dessen Wandungen mit einer Flüssigkeit umgeben sind, deren Temperatur zwischen den Siedpunkten des Alkohols und des Wassers liegt. Es werden dadurch die Dämpfe soweit abgekühlt, dass eine grosse Menge Wasser, aber nur wenig Alkohol sich hier verdichtet; wiederholt man dies oft genug, so erzielt man schliesslich einen Dampf von fast beliebig hohem Alkoholgehalt.

b) Verarbeitung zuckerhaltiger Substanzen. Wenn bei der Verarbeitung alkoholhaltiger Substanzen nur eine Operation erforderlich ist, um den Alkohol zu gewinnen, so kommt hier noch eine weitere, die Umwandlung des Zuckers in Alkohol durch den Gährungsprozess hinzu. Diese Operation wird auf verschiedene Weise geleitet, entweder durch Selbstgährung, wo die durch das zu vergährende Material oder durch die Luft hinzugetragenen Gährungspilze unter langsamer Vermehrung die Vergährung bewirken (Branntwein aus Früchten, Rumbereitung in Westindien) oder weit häufiger durch absichtlich zugesetzte Pilzmasse, Hefe. Den Ausgangspunkt für diese Operation bildet ausnahmslos die Hefe des Brauers, welcher sie in grossem Masse gewinnt und nur beschränkte Verwendung für dieselbe hat. Da es aber mit Umständen verknüpft ist, sich stets genügende Mengen von Bierhefe zu verschaffen, so ist der Spiritusfabrikant genöthigt den Gährungspilz selbst zu cultiviren. Es geschieht dies auf zwei verschiedene Weisen:

Die zuckerhaltige Flüssigkeit wird durch Zusatz von Hefe in Gährung gebracht, beim Höhepunkt der Gährung theilt man die Flüssigkeit in zwei Hälften, wovon die eine sich selbst überlassen bleibt und zu Ende gährt, während die andere Hälfte mit frischer zu vergährender Flüssigkeit zusammengebracht wird. Ist in dieser zweiten Portion die Gährung wieder auf denselben Punkt gekommen, wie vorher in der ersten, so theilt man auch diese Flüssigkeit in zwei Hälften, wovon wieder die eine zu Ende gährt, während die andere mit zuckerhaltiger Flüssigkeit vermischt wird. Auf gleiche Weise fährt man fort so lange der Betrieb dauert. Es wird hier also einmal nur eine Aussaat von aussen bezogenem Material, beim Anfang des Betriebes gemacht; diese vermehrt sich bei der ersten Gährung und es wird dann die mit lebhaft vegetirenden Pilzen reichlich beladene Flüssigkeit als Gährungserreger benutzt. Die reichliche Vermehrung des Pilzes erfolgt auf Kosten der in den vegetabilischen Zuckerlösungen nie fehlenden Eiweissstoffe, Salze etc., in reinen Zuckerlösungen, die technisch aber nicht zur Verwendung kommen, wäre die unbegrenzte Fortpflanzung der Hefe aus den oben erörterten Gründen nicht möglich. Dieses so einfache und viele Vorzüge besitzende Verfahren ist durch die Steuergesetzgebung den deutschen Spiritusfabrikanten verschlossen.

Nach dem anderen, in deutschen Fabriken allgemein üblichen Verfahren wird folgendermassen verfahren:

Aus Malzschrot wird durch Aufgiessen von warmem Wasser eine concentrirte zuckerhaltige Flüssigkeit bereitet. Diese vermischt man nach der Abkühlung mit Bierhefe und lässt das Ganze in kräftige

Gährung kommen, wobei man den Betrieb so regulirt, dass die eigentliche zu vergährende Flüssigkeit bereitet ist, wenn diese Hefencultur das Maximum ihrer Entwicklung erreicht hat. Alsdann theilt man die Hefenmasse, benutzt einen Theil davon um die Hauptmasse der Flüssigkeit in Gährung zu bringen, während man den Rest, die Mutterhefe, bewahrt, um sie nach Zusatz einer neuen Menge von Malzaufguss zur weiteren Production der Hefe zu verwenden. Diese wird dann wieder getheilt, der eine Theil bleibt als Mutterhefe zurück, während der andere Theil zur Einleitung der Gährung dient.

Beide Verfahren unterscheiden sich daher nur dadurch, dass bei dem ersteren die zur Fortpflanzung bestimmte Menge der Hefe in der Hauptmasse der Flüssigkeit erzeugt wird, während bei dem anderen eine besondere Flüssigkeit dargestellt werden muss, die dann zur Cultur der Kunsthefe dient. Das letztere hat den Nachtheil, dass die Mutterhefe mehr oder weniger lange Zeit mit der Luft in Berührung bleibt, wodurch Säuerung durch Essigbildung und durch Milchsäurebildung durch fremde Fermente herbeigeführt wird und dass dann diese Fermente in möglichst concentrirter Form in die in Gährung zu versetzende Flüssigkeit kommen, woselbst sie zu Quellen des Verlustes werden. Man kann daher die Mutterhefe nicht vorsichtig genug behandeln. In der Zeit welche vergeht ehe man sie mit dem neuen Malzaufguss versetzen kann, sollte sie durch Bedeckung vor dem Zutritt der Luft geschützt und ausserdem durch Abkühlung, am besten durch Einstellen von blechernen, mit Eiswasser gefüllten Gefässen, auf möglichst niedriger Temperatur gehalten werden. Beobachtet man trotzdem eine starke Säurebildung in der Kunsthefe, worüber der Geschmack den besten Aufschluss giebt, so thut man wohl, die ganze Mutterhefe zu verwerfen und einen neuen Hefenansatz mit Bierhefe zu machen.

Bei der jetzt im grössten Massstabe ausgeführten Verarbeitung der Rübenmelassen ist ein Weiteres zu berücksichtigen. Dieselben sind stets alkalisch, durch einen Gehalt von Verbindungen von Zucker mit Alkalien oder Kalk. Da die Hefe in alkalischen Flüssigkeiten nicht zu vegetiren vermag, so können sie nicht unmittelbar zur Gährung gebracht werden, sondern müssen mit so viel Säure, man bedient sich in der Regel der Schwefelsäure, vermischt werden, bis das Alkali neutralisirt ist. Man vergewissert sich hiervon durch ihr Verhalten gegen Reagenspapiere, blaues Lackmuspapier soll nach genügendem Zusatz der Schwefelsäure gerade schwach geröthet werden. Andererseits darf dieser Punkt auch nicht überschritten werden, da ein Uebermaass von Säure ebenfalls die Hefe nicht vegetiren lässt.

Einen gleichen Zusatz von Schwefelsäure macht man bei der Verarbeitung von Rübensäften, nicht weil dieselben alkalisch sind, sondern weil die Erfahrung gelehrt hat, dass die Vergährung derselben in schwach saurem Zustande weit regelmässiger verläuft wie ohne die Gegenwart der Säure. Lässt man die Säure fort, so ist die Gährung höchst unregelmässig, die Flüssigkeit nimmt eine schleimige Beschaffenheit an, die entwickelte Kohlensäure verursacht ein heftiges Aufschäumen der Flüssigkeit, wodurch Verluste herbeigeführt werden. Dagegen verläuft die Gährung durchaus normal, wenn auf 1000 Th. Rübensaft nur ca. 1—2 Th. Schwefelsäure zugefügt werden. Worauf dieser Einfluss der Schwefelsäure beruht ist bislang nicht mit Sicherheit zu sagen. Es wird behauptet, es werde durch die Schwefelsäure ein schwarzes Ferment gefällt, bis jetzt hat aber noch Niemand dies angebliche Ferment näher beschrieben oder untersucht.

In der Melasse wie in den Zuckerrüben haben wir den Rohrzucker, eine direct nicht gährungsfähige Zuckerart. Man kann den Rohrzucker durch Zusatz minimalster Mengen von Schwefelsäure und Erwärmen auf 70° C. in kürzester Zeit in ein Gemenge von gleicher Molecülzahl Traubenzucker und Fruchtzucker (Invertzucker) verwandeln und hat es dann mit den beiden unmittelbar gährungsfähigen Zuckerarten zu thun. Manche Fabrikanten führen diese Operation aus, indem sie die mit Schwefelsäure angesäuerte Melassenlösung bis zum Sieden erhitzen. Dies ist jedoch überflüssig, da die Hefe selbst die Eigenschaft hat den Rohrzucker in kürzester Zeit in Traubenzucker zu verwandeln.

Den Verlauf der Gährung regelt man durch die Menge des zugesetzten Fermentes und durch die Anfangstemperatur. Ist es beabsichtigt die Gährung rasch verlaufen zu lassen, so vermischt man die zuckerhaltige Flüssigkeit mit der Hefe bei einer Temperatur von ca. 20—22° C., beabsichtigt man dagegen den Gährungsprozess sich langsam vollziehen zu lassen, so wählt man eine Temperatur von 17 bis 18° C. Ebenso ist die Menge der Hefe von Einfluss, je mehr in kräftiger Vegetation befindliche Pilz-Individuen zugesetzt werden, um so rascher verläuft die Gährung. Es lassen sich jedoch hier keine allgemein gültigen Angaben machen, da eine ganze Reihe von verschiedenen Umständen hier mitwirken. Die Temperatur des Locales, in welchem die Gährung vorgenommen wird, die Grösse der Oberfläche, das Wärmeleitungs- und Ausstrahlungsvermögen der Gefässe, in denen die Gährung erfolgt, die durch äussere Temperaturen und Temperaturschwankungen herbeigeführten Abkühlungen und Erwärmungen, die Qualität der Zuckerlösungen, von denen die eine leichter und rascher vergährt als die andere, die Qualität der Hefe. Alle diese und noch

manche andere Ursachen äussern ihren Einfluss auf den Verlauf der Gährung, es muss ihnen Rücksicht getragen werden.

Nach beendigter Gährung wird dann die vergohrene Flüssigkeit verarbeitet, wie es für die Destillation der alkoholischen Flüssigkeiten beschrieben ist.

c) Verarbeitung stärkemehlartiger Materialien. Hier kommt zu den beschriebenen Operationen eine dritte hinzu: die Umwandlung des Stärkmehls in gährungsfähige Körper. Sie geschieht im wesentlichen wie bereits früher im Art. Dextrin S. 127 und Bier S. 416 beschrieben ist, doch kommen hier verschiedene Modificationen in Betracht. Die Umwandlung des Stärkemehls geschieht durch die Einwirkung der im Malz enthaltenen Diastase, die das Stärkmehl veranlasst Wasser aufzunehmen und es theilweise in Traubenzucker verwandelt, nach der Gleichung

$$\underbrace{C_6H_{10}O_5}_{\text{Stärkmehl}} + \underbrace{H_2O}_{\text{Wasser}} = \underbrace{C_6H_{12}O_6}_{\text{Traubenzucker.}}$$

Nach neueren Untersuchungen, die ältere Angaben zu bestätigen scheinen, scheint aber die Zersetzung des Stärkmehls nicht so glatt vorzugehen, sondern es soll immer dabei auf ein Molecül Traubenzucker ein Molecül Dextrin gebildet werden. Wonach die Umwandlung durch folgende Gleichung auszudrücken sein würde:

$$2\ \underbrace{C_6H_{10}O_5}_{\text{Stärkmehl}} + \underbrace{H_2O}_{\text{Wasser}} = \underbrace{C_6H_{10}O_5}_{\text{Dextrin}} + \underbrace{C_6H_{12}O_6}_{\text{Traubenzucker.}}$$

Ob dieses streng richtig ist, ist durch weitere Untersuchungen nachzuweisen. Nach vielen bislang vorliegenden Beobachtungen ist die Art der Zersetzung des Stärkmehls wesentlich durch die Temperatur der Flüssigkeit beeinflusst, derartig, dass bei allen Temperaturgraden. welche unter 65 ° C. liegen vorzugsweise Traubenzucker entsteht, während bei Temperaturen, die sich der Zerstörung der Diastase 75 ° nähern, vorzugsweise Dextrin gebildet wird. Das Dextrin ist für sich nicht gährungsfähig, wird aber bei Gegenwart von Zucker, vielleicht indem es vorher selbst in Zucker verwandelt wird, in die Gährung hineingezogen, unter allen Umständen verzögern aber grössere Mengen von Dextrin den Verlauf der Gährung und bleiben häufig ganz unzersetzt. Es ist daher vor allen Dingen erforderlich, den Verzuckerungsprozess so zu leiten, dass möglichst viel Zucker und wenig Dextrin gebildet wird, was man dadurch zu erreichen sucht, dass man die Temperatur der Flüssigkeit, in welcher die Diastase auf das Stärkmehl einwirkt, nicht über 65 ° steigen lässt. Wesentlich unter dieser Tem-

peratur zu bleiben ist nicht räthlich, weil alsdann die Zersetzung zu langsam erfolgt.

Mittelst der im Malz enthaltenen Diastase kann man alle stärkmehlhaltigen Stoffe verzuckern, sobald nur dafür gesorgt wird, dass die einzelnen Stärkmehlkörnchen mit der Diastase in Berührung kommen. Je nach den einzelnen zu verarbeitenden Materialien sind dazu verschiedene vorbereitende Operationen erforderlich, die wir später beschreiben werden.

Wenngleich der Spiritusfabrikant und der Bierbrauer das Malz zu gleichem Zweck verwenden, so hat es doch für Beide eine sehr verschiedene Bedeutung. Dem Bierbrauer ist das Malz das Material aus welchem er sein Bier bereitet, dem Spiritusfabrikanten ist es mehr Mittel zum Zweck, um eine grosse Menge andere als das in dem Malz enthaltene Stärkmehl zu verzuckern. Der Bierbrauer hat dafür zu sorgen, dass durch sein Rohmaterial nicht Stoffe in seine zuckerhaltige Flüssigkeit kommen, welche später seinem Getränk schlechten Geschmack ertheilen würden; da er eine verhältnissmässig geringe Menge von Stärkmehl mit verhältnissmässig viel Diastase verzuckern kann, so braucht sein Malz nicht einen hohen Gehalt an Diastase zu haben. Bei der Bereitung des Malzes wird daher der Bierbrauer den Keimungsact unterbrechen, sobald nur genügend Diastase gebildet ist, er wird die Keime, welche beim Malzen hervorbrechen, sorgfältig entfernen, weil deren Geschmack dem Bier Eintrag thun würden, er wird durch Darren und Rösten im Malze gewisse Stoffe zu bilden suchen, die dem Biere entweder Farbe oder Aroma ertheilen und zwar dieses selbst auf die Gefahr hin einen Theil der Diastase zu zerstören.

Alle diese Rücksichten hat der Spiritusfabrikant bei der Bereitung des Malzes nicht zu nehmen, es kommt hier nur darauf an, ein möglichst kräftig zuckerbildendes Material zu erhalten. Er erreicht dies, indem er das Malz länger wachsen lässt; während der Bierbrauer den Malzungsprozess unterbricht, sobald der Wurzelkeim etwa dieselbe Länge wie der Gerstenkern erreicht hat, lässt man das Malz für die Spiritusfabrikation fast doppelt so lang wachsen. Es sammelt sich dabei auser in dem eigentlichen Kern auch im Keime eine grosse Menge Diastase, man wird daher die Keime nicht beseitigen, sondern sie mit dem Malz verwenden. Da ferner beim Darren ein sehr grosser Theil der Diastase zerstört wird, so verwendet der Spiritusfabrikant entweder ausschliesslich, oder doch vorzugsweise Grünmalz. Die Malzproduction sollte zweckmässiger Weise so geregelt werden, dass man immer mit frischem, grünem Malze arbeiten könnte, es ist ein Vorurtheil, wenn man häufig noch sagen hört, es lasse sich zu heisser Jahreszeit kein

Malz bereiten. Will man noch Darrmalz verwenden, so sollte man immer in erster Linie Rücksicht darauf nehmen, dass man es bei möglichst niederer Temperatur trocknet, um so dem Verlust an Diastase möglichst vorzubeugen.

Die Ausführung der Operation der Umwandlung des Stärkmehls, oder wie sie technisch bezeichnet wird, der Maischprozess, ist die verschiedenste, je nach dem verarbeiteten Material, je nach Gewohnheit. In England z. B. bei der Bereitung des Kornspiritus verfährt man auf ganz ähnliche Weise wie beim Infusionsverfahren der Bierbrauer. Nach beendigter Zuckerbildung wird klare Würze gezogen, die Treber werden mit Wasser ausgewaschen und es kommt nur Würze zur Gährung. In Deutschland kennt man diese Complication des Verfahrens nicht, die ganze Flüssigkeit, mit den darin enthaltenen Trebern, gleichviel mit welchem Material man arbeitet, die Maische, wird in Gährung gebracht. Die dazu dienenden Apparate sind im wesentlichen den oben S. 417 beschriebenen Maischmaschinen der Bierbrauer gleich, sie unterscheiden sich von diesen nur dadurch, dass sie keinen Seihboden zur Abscheidung der Treber besitzen.

Nach beendigter Zuckerbildung ist es vor allem erforderlich die Maische möglichst rasch abzukühlen um sie auf den für die Gährung geeigneten Temperaturgrad zu bringen, weil bei langsamer Abkühlung Milchsäurefermente fremde Gährung einleiten würden. Es dienen dazu wieder ähnliche Apparate wie sie der Bierbrauer benutzt und wie sie S. 425 beschrieben sind. Während aber der Bierbrauer seine Würze während der Abkühlung gleichzeitig zu klären hat, hat der Spiritusfabrikant diese Rücksicht nicht zu nehmen und kann daher durch andere Mittel die Abkühlung der Maische ungemein beschleunigen.

Der am gewöhnlichsten angewandte und in den meisten Fällen zweckmässigste Kühlapparat besteht aus einem runden, flachen Kühlschiff aus Gusseisenplatten, die durch Gummibänder gedichtet und durch Schrauben zusammengehalten werden. In der Mitte des Schiffes befindet sich eine vertikale Welle, welche zwei horizontale Arme trägt, an denen zahlreiche pflugartig gebildete Eisen befestigt sind. Indem diese Welle durch Trieb und Vorgelege in langsame Umdrehung versetzt wird, durchfurchen die Pflüge die auf dem Schiffe befindliche Maische nach allen Richtungen und bringen immer neue Theile derselben mit der Luft in Berührung, wodurch die Ausstrahlung der Wärme und die Verdunstung des Wassers ungemein befördert wird. Um diese noch mehr zu steigern, sorgt man für unablässige Erneuerung der Luft dadurch, dass man über die rotirende vertikale Welle eine zweite hohle Welle schiebt, die unmittelbar über den Pflugarmen der anderen, zwei

schräg gestellte Latten trägt. Diese Hohlwelle dreht sich im entgegengesetzten Sinne wie die andere und macht in gleicher Zeit die doppelte bis dreifache Zahl der Umdrehungen. Die schräg gestellten Latten treiben dabei die Luft vor sich her, der circulirenden Maische entgegen und tangential vom äussern Rande des Kühlschiffs fort. Man erzielt bei ausschliesslicher Anwendung von Luft leicht eine genügende Abkühlung der Maische.

Wirksamer noch als dieser ist ein in neuerer Zeit von SIEMENS construirter Kühlapparat. Er besteht aus einem vertikalen eisernen Cylinder, in dessen Achse eine drehbare Welle befindlich. Diese Welle trägt eine Anzahl von horizontalen eisernen Scheiben und zwischen je zwei dieser Scheiben tritt jedesmal ein von der Wandung des Cylinders ausgehender ringförmiger Ansatz. Während des Betriebes macht die Welle 600—800 Umdrehungen pro Minute. Die heisse Maische fliesst durch ein Rohr auf die oberste der sich mit der Welle drehenden Scheiben, wird hier durch die Centrifugalkraft gegen die Wandung des Cylinders geschleudert, sammelt sich hier und fliesst an dem ringförmigen Ansatz herab, wodurch sie dann auf die zweite Scheibe befördert wird, hier wird sie zum zweitenmale von der Centrifugalkraft ergriffen, gegen die Cylinderwandung geschleudert, fliesst dann über den folgenden ringförmigen Ansatz, gelangt auf die dritte Scheibe u. s. f. bis sie am Fusse des Cylinders ankommt, wo ihr ein mächtiger Luftstrom entgegenbläst. Dieser wird erzeugt durch einen am oberen Theile der Welle angebrachten Exhaustor, der mit grosser Kraft die in dem Cylinder befindliche Luft nach aussen treibt, wodurch dann, da keine weitere Einströmungsöffnung vorhanden ist, die Luft am Fusse des Cylinders mit derselben Geschwindigkeit einströmen muss. Während die Maische auf den einzelnen Scheiben daher unablässig in dünne Schichten ausgebreitet wird, strömt ihr frische Luft mit grösster Schnelligkeit entgegen und entzieht ihr so vollständig die Wärme, dass die Maische in kürzester Zeit eine Temperatur annimmt, welche mehrere Grade unter der Wärme der umgebenden Luft liegt.

Fehlt es an Wasser nicht und ist dieses durch natürliche Gefälle oder mit geringen Kosten in die Fabriklocale zu leiten, so kann man dieses mit Vortheil zur Kühlung benutzen und die Wärme der Maische an das Wasser übertragen. Es kann dazu der S. 426 beschriebene in Tafel XXXVI. Fig. 5 und 6 dargestellte Kühlapparat von TAMSIEN dienen.

In neuerer Zeit hat man vielfach röhrenförmige Kühlapparate angewendet, dem LIEBIG'schen Destillirapparate nachgebildet. Ein geneigt liegendes, der Raumersparniss wegen vielfach zickzackförmig

gebogenes Rohr ist seiner ganzen Länge nach mit einem weiteren Mantel umgeben. In das innere Rohr lässt man von unten die heisse Maische einfliessen, so dass sie allmählig ansteigend das ganze Rohr erfüllt und oben abfliesst. In den Mantel strömt oben kaltes Wasser ein, also in entgegengesetzter Richtung der Maische entgegen. Diese giebt, indem sie sich dem Wasser entgegen bewegt, durch die Wandung des Rohres die Wärme an dieses ab. Je nach der Geschwindigkeit, mit welcher man die Maische und das Wasser fliessen lässt, kann man grössere oder geringere Abkühlung erreichen und hat bei dieser Methode der Kühlung den Vortheil, dass eine Berührung der Maische mit der Luft während der Dauer der Abkühlung vollständig ausgeschlossen ist.

Endlich ist noch ein Kühlapparat zu erwähnen, der im Maischapparat selbst angebracht ist. An dem Rührwerk ist ein langes, vom oberen Theil des Bottichs bis zum Boden reichendes, hier gebogenes wieder in die Höhe gehendes, dann wieder abwechselnd aufwärts und abwärts gehendes Rohr angebracht, welches einerseits an der Welle des Rührwerks in einer Schaale und andererseits an der Aussenwand des Bottichs über einer offenen Rinne endigt. Nach Beendigung des Maischprozesses lässt man in die obere Schaale kaltes Wasser einfliessen, welches die ganze Länge der Röhre füllt und erwärmt in die an der Ausenwand befindliche Rinne abfliesst. Da das Rohr mit der Schaale an dem Rührwerk befestigt ist, so kann man dieses während des Durchflusses des Wassers in Bewegung erhalten und das kalte Wasser allerorts mit der heissen Maische in Berührung bringen. Dieser Apparat bietet den Vortheil, dass er die Anschaffung eines eigenen Kühlschiffes erspart, hat aber andererseits den Nachtheil, dass man während der Zeit welche die Abkühlung erfordert den Maischapparat nicht benutzen kann und dass man nicht allein die Maische, sondern auch den ganzen Apparat mit Wasser zu kühlen hat. Wegen dieser nothwendigen Unterbrechung des Betriebes eignet sich diese Kühlvorrichtung mehr für kleine als für grosse Fabriken.

7. Gewinnung des Alkohols und Branntweins aus Wein, Bier und Obstwein.

Bei einer Ueberproduction von Wein und Obstwein, oder bei mangelhafter Qualität derselben, aus dem Verderben entgegen gehendem Bier kann man den darin enthaltenen Alkohol gewinnen und dafür höhere Preise erzielen, als diese im natürlichen Zustande bringen würden und sie in eine transportfähige Waare verwandeln. Es ist dies der Zweck der Weindestillation, welche im südlichen Frankreich in grossem Maassstabe ausgeführt wird und dort einen Industriezweig bildet,

dessen Bedeutung von Jahr zu Jahr wechselt, je nach der grösseren oder geringeren Ergiebigkeit der Weinernte.

Beim Ankauf dieser Flüssigkeiten seitens der Spiritusfabrikanten wird der Alkoholgehalt derselben, welcher nach oben mitgetheilten Methoden festgestellt wird, zu Grunde gelegt, ausserdem wird aber die specifische Eigenthümlichkeit des Rohmaterials, sein Aroma, Bouquet wesentlich berücksichtigt, da dieses dem daraus dargestellten Alkohol besonderen Werth verleiht. So wird beispielsweise der aus ordinärem Wein dargestellte Spiritus von Montpellier bei einer Stärke von 84,4° um 5 bis 10 Fr. pro Hectoliter theurer bezahlt als der gut rectificirte 89,6° starke Spiritus aus Melasse, Korn, Kartoffeln; noch weit grösser ist die Preisdifferenz bei den feineren Branntweinen und den Spriten, welche zur Darstellung des Branntweins benutzt werden. So wird beispielsweise Rübenspiritus von 90° mit 63—67 Fr. pro Hectoliter. Weinspiritus von derselben Stärke mit 75—96 Fr., der aus Weintrebern mit 53—54 Fr., während die Branntweine von Armagnac und Cognac bei einer Stärke von 60—65° Preise von 130—170, selbst 400 Fr. pro Hectoliter, je nach ihrem Alter, ihrem höheren oder geringeren Aroma und mehr oder weniger lieblichen Geschmack erzielen. Im Art. Wein ist nachgewiesen, wie man aus rothen Trauben beliebig rothen, weissen oder wenig gefärbten Wein darstellen kann, je nachdem man den Most in Berührung mit den Schalen der Beeren oder ohne dieselben gähren lässt; die aus rothen Beeren dargestellten, weissen Weine sind für die Branntweinfabrikation am meisten geschätzt, sie enthalten am wenigsten von den Bestandtheilen der Schaalen und diese sind es, welche dem aus solchem Wein dargestellten Branntwein einen unangenehmen Geschmack ertheilen, daher der auffallend niedere Preis des aus Weintrebern gewonnenen Spiritus. In den Branntweinen, wie in den Weinen kommen verschiedene flüchtige Substanzen vor, die während der Destillation vielleicht theils erst gebildet werden: die einen charakterisiren sich durch einen unangenehmen Geruch, ihr Ursprung ist auf Bestandtheile der Schaalen zurückzuführen, während die anderen lieblichen Geruch haben und dem Fleisch der Beeren entstammen.

Die Destillation des Weines ist in Deutschland wenig gebräuchlich, offenbar weil bei uns nicht jene Ueberproduction von geringen Weinen stattfindet wie in Frankreich, es sind in der Rheinprovinz hin und wieder Versuche gemacht Cognac aus Wein zu gewinnen, jedoch niemals in irgendwie erheblichem Umfange. Ganz anders sind die Verhältnisse in Frankreich wo die Weindestillation den weitaus grössten Theil des dort fabrizirten Spiritus liefert, wie aus folgender statistischer Zusammenstellung vom Jahre 1867 hervorgeht.

Französische Spiritusfabrikation während der 12 Monate vom 1. October 1866 bis 30. September 1867.

Weinspiritus Destillation eigenen Gewächses	255606		
— von Trebern	52855		
— gekauften Weinen	198422		
		506883	Hectoliter
Spiritus aus Melasse		412704	„
„ „ Rüben		208140	„
„ „ mehligen Substanzen		61037	„
„ „ verschiedenen Substanzen		61040	„
		1249813	„
„ Import		57958	„
Production und Import		1307771	„
Consum in Frankreich		999368	„
Export		283512	„
Totalumsatz		1282880	„

Die Fabrikation von Spiritus aus stärkemehlhaltigen Substanzen ist daher in Frankreich von ganz untergeordneter Bedeutung, ganz anders in Deutschland, wo im Jahre 1868 im deutschen Spiritus-Steuer-Verbande folgende Mengen von Rohmaterial zur Verwendung kamen:

6,463,610 Scheffel Getreide
36,648,129 „ Kartoffeln
1,117,254 Centner Melasse.

8. Gährung des Obstes.

Alle Obstsorten können alkoholische Getränke von eigenthümlichem Aroma liefern, zu den beliebtesten derselben gehört das Kirschwasser, welches in vorzüglichster Güte auf dem Schwarzwald producirt, ausserdem aber auch in vielen Gegenden Frankreichs und der Schweiz dargestellt wird. Seine Bereitung ist einfach. Die recht reifen Kirschen werden gepflückt und von den Stengeln befreit, nach leichtem Zerquetschen der ganzen Masse nimmt man etwa den vierten Theil derselben um hierhin die Kerne zu zerstossen, worauf dieser Theil dem übrigen wieder zugefügt wird. Der Inhalt der Kerne enthält Amygdalin, welches durch Zersetzung in Bittermandelöl, Blausäure und Zucker umgewandelt wird, von dem die beiden ersteren dem Product ein eigenthümliches, angenehmes Aroma geben. Je nachdem man dieses stärker oder schwächer vorwalten lassen will muss man das Verhältniss der zertrümmerten Kerne variiren lassen, im unverletzten

Zustande bleibt der Inhalt der Kerne unverändert, je mehr man daher davon zerkleinert, um so intensiver wird der Geschmack und der Geruch des Kirschwassers ausfallen. Die breiige Masse kommt allmälig freiwillig in Gährung, diese lässt man vorüber gehen und nimmt dann die Destillation derartig vor, dass man Dampf durch die breiförmige Masse treibt und das Destillat so lange auffängt, als es noch genügend stark ist, der Nachlauf wird besonders gesammelt und das nächste Mal der zu destillirenden Masse zugefügt.

9. Kartoffelspiritus.

Für die deutsche Spiritusindustrie ist die Kartoffel weitaus das wichtigste Rohmaterial. Die Verarbeitung derselben hat die Spiritusfabrikation zu einem ausschliesslich landwirthschaftlichen Gewerbe gemacht und es wird bei uns die Spiritusfabrikation vorzugsweise betrieben, um in den Abfällen derselben ein Futter zu haben, welches allen Mast- und Milchthieren besonders gedeihlich ist und um der Wirthschaft dieses Futter zu billigem Preise liefern zu können. Nur bei günstigen Preis-Conjuncturen dürfte aus dem Verkauf des Spiritus unmittelbar eine Rente zu erzielen sein, der Gewinn der Fabrikation besteht vielmehr darin, dass man die Erzeugungskosten des Futters verringert durch den Verkauf des Spiritus.

Die zu verarbeitenden Kartoffeln werden zunächst gereinigt, wozu die im Art. Stärkmehl S. 101 beschriebene Kartoffelwäsche dient. Um das in ihnen enthaltene Stärkmehl bloss zu legen, damit die Diastase des Malzes später die Verzuckerung bewirken kann, müssen die Zellen, in denen es eingeschlossen ist, zerrissen und gesprengt werden. Es könnte dieses auf ähnliche Weise wie bei der Stärkmehlfabrikation durch Zerkleinern mittelst der Reibe von Thierry oder Champonnois geschehen, wenn man nicht auf leichtere Weise und vollkommener denselben Zweck erreichen könnte. Indem man die Kartoffeln kocht, quillt das in den Zellen derselben enthaltene Stärkmehl, unter vollständiger Aufsaugung des Zellsaftes soweit auf, dass die einzelnen Zellmembranen bis zum Maximum ihrer Elastizität gespannt werden. Lässt man auf solche Zellen einen Druck von aussen wirken, so wird das ganze Zellgewebe zerrissen, die einzelnen Membrane zersprengt werden, wodurch das gequollene und in diesem Zustand für die Zuckerbildung besonders geeignete Stärkmehl von seinen Umhüllungen befreit wird.

Das Kochen der Kartoffeln geschieht, indem man dieselbe in hohe, verhältnissmässig enge Cylinder bringt, welche bis auf eine Oeffnung zum Abfluss von condensirtem Wasser, hermetisch verschlossen sind

und in die so gefüllten Cylinder unten Dampf einleitet. Der Dampf, mit den kalten Kartoffeln in Berührung, wird anfangs condensirt, allmälig erwärmt er die ganze Kartoffelmasse, erfüllt den ganzen Cylinder und erhitzt die Kartoffeln so weit bis sie gar werden. Bei dem unten einströmenden Dampf erfolgt dies zuletzt im oberen Theil des Cylinders, sind hier die Kartoffeln gar, so ist man sicher, dass sie es im ganzen übrigen Raum des Cylinders ebenfalls sind. Man überzeugt sich daher an dieser Stelle, dadurch dass man durch eine verschliessbare Oeffnung einen Eisenstab einführt; sind die Kartoffeln genügend gar, so wird dieser in die durch das Kochen weich gewordene Masse mit Leichtigkeit eindringen, während bei noch nicht hinreichender Gaare ein gewisser Widerstand sich geltend macht.

Die gekochten Kartoffeln werden zerkleinert. Es geschieht, indem man sie durch Oeffnen des Dämpfcylinders über eine schiefe Ebene zwischen ein paar schwere, in Rotation begriffene glatte eiserne Walzen fallen lässt. Diese zerdrücken die weichen Kartoffeln vollständig und lassen sie als eine fast mehlige Masse in den unter den Walzen befindlichen Maischbottich fallen. In diesem ist vorher auf je 15—16 Th. der zu verarbeitenden Kartoffeln 1 Th. Malz, am besten Grünmalz, mit wenig kaltem oder lauwarmem Wasser angerührt. Beim Oeffnen des Dämpffasses setzt man das Rührwerk des Maischbottichs, gleichzeitig mit den zum Zerquetschen der Kartoffeln dienenden Walzen, in Bewegung und lässt die Kartoffelmasse unmittelbar in die Malzflüssigkeit fallen. In dem Maasse wie die fast siedend heissen Kartoffeln, von den Quetschwalzen zerkleinert, zu der Malzflüssigkeit kommen, steigert sich die Temperatur der letzteren, wodurch die Verzuckerung beschleunigt wird, man bemerkt bald ein Lösen des Stärkmehls, die Maische wird immer dünnflüssiger, weil das Wasser des Zellsaftes der Kartoffeln frei wird, dadurch dass das gequollene Stärkmehl in Zucker übergeführt wird. Wenn der ganze Inhalt des Dämpffasses in den Maischbottich gelangt ist muss die Temperatur der Maische 60° bis 65° zeigen, also die zur Zuckerbildung günstigste Wärme angenommen haben. Man erreicht diese Temperatur am sichersten durch die höhere oder geringere Erwärmung des Wassers in welchem das Malz zuerst angerührt wird. In kalter Jahreszeit wird man das Wasser lauwarm nehmen, während man in heisser Jahreszeit ein möglichst kaltes Wasser anwendet. Bei einem regelmässigen Betriebe wird man bei jeder Operation ein gleiches Quantum Kartoffeln verwenden, kennt also auch, wenn man auf die unvermeidliche Abkühlung derselben beim Zerquetschen Rücksicht nimmt, die Wärmemenge, welche diese in den Maischbottich bringen und kann so bei einem einigermaassen richtigen Beur-

theilungs-Vermögen auch die Temperatur des Maischwassers immer so abpassen, dass die Endtemperatur die richtige wird. Man hat hauptsächlich Rücksicht darauf zu nehmen, dass die Maische nicht zu heiss werde, eine Temperatur von 65° nicht übersteige, weil über dieser die Wirkung der Diastase so verläuft, dass grössere Mengen von Dextrin gebildet werden, bei 75° wird die Diastase zerstört. Sollte die Temperatur von 60° nicht erreicht werden, so hilft man sich dadurch, dass man unter kräftiger Bewegung des Rührwerks etwas Dampf in die Maische strömen lässt, wodurch dann rasch und sicher der richtige Wärmegrad erreicht wird.

Während des Quetschens der Kartoffeln ist das Rührwerk in steter Bewegung, um die ganze Kartoffelmasse innig mit der Malzlösung zu vermischen. Nachdem alle Kartoffeln eingetragen sind, stellt man das Rührwerk ab, hält den Maischbottich gut verschlossen und lässt den Verzuckerungsprozess während einer Stunde ruhig verlaufen. Alsdann setzt man das Rührwerk wieder auf eine oder anderthalb Stunden in Bewegung um eine kräftige Bearbeitung vorzunehmen. Diese hat den Zweck, ausser einer gründlichen Vermischung des Inhalts des Maischbottichs, das Stärkmehl, welches noch von Zellmembranen eingeschlossen ist, durch Zertrümmerung der letzteren möglichst frei zu machen und es so mit der Diastase in Berührung zu bringen. Etwa 2—2½ Stunden nach dem Eintragen der Kartoffeln kann man den Maischprozess als beendigt betrachten, ein Tropfen der Maischflüssigkeit darf dann nach der Abkühlung mit Jodwasser vermischt nicht mehr bläulich gefärbt werden, wodurch nachgewiesen wird, dass kein gelöstes Stärkmehl mehr unzersetzt geblieben ist. Die fertige Maische kommt dann sofort zur Abkühlung.

Die beschriebene Methode der Zerkleinerung der gekochten Kartoffeln hat den Nachtheil, dass es nicht möglich ist alle das Stärkmehl umhüllenden Membranen zu zerreissen, wodurch eine dem entsprechende Menge von Stärkmehl sich der Wirkung der Diastase entziehen wird. Es ist dies die Ursache, dass man niemals, selbst in der am besten geleiteten Spiritusfabrik, die volle Ausbeute an Alkohol erzielt, welche man nach der Menge des angewandten Stärkmehls erwarten kann.

Diesem Uebelstand scheint vollständig abgeholfen zu sein durch ein neues Verfahren, welches von Hollefreund eingeführt ist. Es beruht dasselbe darauf, dass die Kartoffeln zunächst unter sehr hohem Drucke gedämpft und dann plötzlich, nach dem Abblasen des Dampfes und Erzeugung eines luftleeren Raumes auf die Maischtemperatur gebracht werden, wobei die Zerkleinerung durch ein Rührwerk befördert wird. Der dazu dienende Apparat ist ein liegender Cylinder, von

starkem Kesselblech, durch dessen Asche eine drehbare, mit Armen versehene Welle geht. Der Kessel trägt oben ein hermetisch verschliessbares Mannloch zum Einfüllen der Kartoffeln, ist durch ein Rohr mit dem Dampfkessel, durch ein anderes Rohr mit einem Condensator und Luftpumpe verbunden, ausserdem ist ein Rohr zur Einführung des Malzes vorhanden. Thermometer und Manometer zeigen die im Apparate herrschende Temperatur und den Druck an. In den mit Kartoffeln gefüllten Cylinder lässt man gespannten Dampf einströmen und erhält während einiger Zeit den Druck derartig, dass die Temperatur im Innern 125 bis 130° beträgt. Nach etwa 40 Minuten setzt man das Rührwerk in Bewegung und lässt ca. 20 Minuten lang 44—48 Umdrehungen per Minute machen. Alsdann wird die Verbindung mit dem Dampfkessel durch Schliessen des Ventiles aufgehoben, der im Apparate vorhandene Dampf abgeblasen und die Verbindung mit dem Condensator und der Luftpumpe hergestellt. Hier im luftverdünnten Raume findet nun eine plötzliche gewaltsame Dampfbildung im Innern einer jeden Zelle statt, wodurch die Membranen von innen zersprengt werden müssen. Diese Dampfbildung bewirkt dann eine sehr rasche Abkühlung, so dass der Inhalt des Apparats in etwa 20 Minuten bereits die Maischtemperatur von 65° angenommen hat. Alsdann lässt man das mit wenig Wasser angerührte Malz auf 2500 Kilo Kartoffeln 175 Kilo Grünmalz unter steter Bewegung des Rührwerks in den Kessel fliessen und stellt den gewöhnlichen Luftdruck her, indem man ein Ventil öffnet, durch welches die Luft in den Apparat eindringt. Die Verzuckerung erfolgt in der vollständig aufgeschlossenen Kartoffelmasse ungemein rasch, sie beginnt fast augenblicklich, was man an dem Flüssigwerden der Masse erkennt, und ist in etwa 15—20 Minuten beendet. Diese so gewonnene Maische unterscheidet sich wesentlich von der beim gewöhnlichen Betriebe erhaltenen. Bei letzterem sieht man immer grössere oder kleinere Kartoffelstückchen, die der Wirkung der Quetschwalzen entgangen sind, die chemische Untersuchung lässt nicht unbeträchtliche Mengen unzersetzten Stärkmehls nachweisen, beim HOLLEFREUND'schen Verfahren ist dagegen die Maische vollständig homogen, nur die Samenschalen des Malzes und die zerrissenen Schalen der Kartoffeln schwimmen drin herum, die Menge der Stärke, welche nicht zersetzt wird, ist eine minimale, es kann daher nicht bezweifelt werden, dass aus einer gleichen Menge von Material eine nicht unwesentlich höhere Ausbeute erzielt werden muss. Dabei geht aber ein weiteres, für die deutsche Industrie sehr zu beachtendes Moment Hand in Hand. Da die Verzuckerung eine vollständigere ist, so muss auch ein gleiches Volum Maische eine höhere Ausbeute an Spiritus geben. Da aber das Volumen

der gährenden Maische das Object der Besteuerung bildet, so muss hier auch an Steuer gespart werden.

Der einzige Uebelstand, welchen dieses Verfahren bietet, ist der, dass die Anschaffungskosten des Apparates etwas höher und die zum Betriebe erforderliche Maschinenkraft etwas beträchtlicher sein muss als beim gewöhnlichen. Das darauf zu verwendende Capital wird aber durch die Vortheile des Verfahrens reichlich gedeckt.

Die Gährung der Kartoffelmaischen wird fast ausschliesslich durch Kunsthefen bewirkt. Diese werden bereitet, indem man auf 100 Gewichtstheile der zu verarbeitenden Kartoffeln 2—3 Gewichtstheile Malz, entweder als Darrmalz, oder als Grünmalz, oder als Gemenge von Darrmalz und Grünmalz, oder auch als Zusatz von ungemalztem Getreide mit Wasser bei einer verhältnissmässig hohen Temperatur, bei 65—70 ° in besonderen Gefässen einmaischt. Diese Maische überlässt man gewöhnlich der freiwilligen Abkühlung bis zur Gährtemperatur 18—22 ° und vermischst sie dann beim ersten Anstellen mit Press- oder Bierhefe. Diese langsame Abkühlung bewirkt eine nicht unbeträchtliche Bildung von Milchsäure, die nach Ansicht der meisten Brenner — auch in vielen Lehrbüchern findet sich dieselbe vertreten — den Vortheil haben soll, dass grössere Mengen von Kleber aus dem Malze gelöst werden, wodurch der Hefe reichliches Material zugeführt wird. Ist die Gegenwart einer Säure zu diesem Behufe erforderlich, so kann sie jedenfalls auf keine unvortheilhaftere Weise gewonnen werden als durch die Cultur von Milchsäurehefe in einer Substanz, die der Cultur der Alkohol-Hefe dienen soll, weil damit das Milchsäureferment in reichlichster Menge in die später damit anzustellende Maische gebracht wird. Weit zweckmässiger ist es, wenn man die Maische rasch durch Einstellen von mit Eiswasser gefüllten Gefässsen abkühlt und die nöthige Säure durch Zusatz einer geringen Menge von Phosphorsäure ertheilt; die zu verwendende Phosphorsäure braucht zu diesem Behufe nicht rein zu sein, sondern kann in Form von saurem phosphorsaurem Kalk gegeben werden, wir möchten empfehlen auf je 100 Gewichtstheile Hefenmaterial 1—2 Th. eines aus dem sog. Bakerguano bereiteten Superphosphates anzuwenden.

Ist die Gährung in dieser Maische in lebhaftesten Gang gekommen, so mischt man das Ganze durch Umrühren und nimmt den grösseren Theil davon, um die Hauptmaische damit anzustellen. Der Rest, die Mutterhefe, bleibt zurück, um für nächste Kunsthefe statt der Hefe zu dienen.

Die Bereitung der Kunsthefe hat man so zu reguliren, dass der Zeitpunkt bei welchem hier die höchste Gährung eingetreten ist, immer

mit dem Zeitpunkt zusammenfällt, bei welchem die Hauptmaische fertig gekühlt und zum Ablassen in die Gährbottiche bereit ist.

Ueber die Darstellung der Kunsthefe ist unendlich viel geschrieben und gesprochen worden, es finden sich die verschiedensten Angaben darüber, ja fast jeder Techniker glaubt im Besitz besonders günstiger Erfahrungen zu sein, die gewöhnlich als sein Geheimniss betrachtet, oder für schweres Geld verkauft werden. Diese vielen verschiedenen Ansichten, die schliesslich sämmtlich in vielen Fällen zu einem gleichen Resultate führen, zu einer gleichmässig günstigen Vergährung, beweisen nur, dass es in der Bereitung der Kunsthefe kein Geheimniss giebt, dass man dieselbe aus den verschiedensten Materialien gewinnen kann, sobald man nur die Naturgesetze berücksichtigt, welche das Leben der Hefenpflanze bedingen.

Bald nach dem Zusatz der Hefe beginnt die Gährung. Ein leichter weisser Schaum von Kohlensäurebläschen legt sich auf die Oberfläche. Er vermehrt sich, treibt die in der Flüssigkeit enthaltenen Schalen der Kartoffeln und Treber in die Höhe und bildet von diesen eine bald lebhafte Bewegung zeigende Decke. Unter derselben sammelt sich die Kohlensäure, durchbricht sie gewaltsam und sprudelt aus kleinen Schaumkratern hervor, bei lebhafter Gährung so gewaltsam, dass Massen der Maische Meter hoch emporgeschleudert werden. Die Temperatur der Flüssigkeit steigt dabei bedeutend. Nach und nach lässt die Gährung nach, die Kohlensäure entwickelt sich sparsamer, schliesslich ist sie kaum mehr bemerkbar, die Decke lagert ruhig auf der unter ihr noch langsam nachgährenden Flüssigkeit, die Temperatur nimmt langsam ab. Man betrachtet die Gährung als beendet. In wie langer Zeit dies eintritt ist verschieden und kann willkürlich geleitet werden. Bei hoher Temperatur und viel Ferment kann man die Gährung in 24 Stunden beenden, man läuft dabei aber Gefahr, dass die Gährung so stürmisch wird, dass die ganze Flüssigkeit in Schaum verwandelt wird, der im Bottich keinen Raum findend über die Ränder desselben hinausfliesst und verloren ist. Gewöhnlich leitet man die Gährung so, dass dieselbe in drei Tagen beendet ist und erreicht dies durch niedere Temperatur beim Anstellen und durch geringere Mengen eines guten Fermentes. Genauere Angaben über die beste Temperatur beim Anstellen sind nicht zu machen, es müssen dabei die oben S. 500 angeführten Umstände berücksichtigt werden.

Unmittelbar nach beendigter Gährung nimmt man die Destillation vor, um einer Bildung von Essigsäure möglichst vorzubeugen.

10. Kornspiritus.

Die Verarbeitung der Getreidekörner, Gerste, Roggen, Weizen, Hafer, Mais ist im wesentlichen der der Kartoffeln gleich, nur bedingt die äussere Beschaffenheit dieser Materialien kleine Abweichungen des Verfahrens. Die Getreidekörner müssen, um das in ihnen enthaltene Stärkmehl freizulegen, zerkleinert werden, ohne dass es jedoch nothwendig wäre sie staubfrei zu Mehl zu mahlen. Es geschieht auf Mühlen, welche nur die äussere Samenschale zu zerreissen und das Korn zu zerdrücken brauchen. Nur beim Mais ist ein feines Mahlen erforderlich, weil bei ihm das Stärkmehl so dicht gelagert ist, dass dem Angriff der Diastase im entgegengesetzten Falle nicht Angriffspunkte genug geboten würden. Das geschrotene Getreide wird zusammen mit dem Malz, etwa 1 Th. Grünmalz auf 6 Th. Schrot in den Maischbottich gebracht und anfangs mit wenig warmem Wasser unter kräftiger Bewegung des Rührwerkes vermischt. Sobald die Masse homogen geworden ist, lässt man heisses Wasser zufliessen, bis die Temperatur der ganzen Mischung 60—65 ° erlangt hat. Das Verhältniss von Getreide und Wasser regulirt man derartig, dass auf 1 Th. Trockensubstanz nicht mehr als 3—3½ Th. Wasser kommt, weil man sonst ein zu grosses Volumen von zu versteuernder Flüssigkeit erhält. Reicht das Wasser nicht aus um die Flüssigkeit auf die richtige Maischtemperatur zu bringen, so lässt man Dampf einströmen, dessen Dampfwärme dann leicht die erforderliche Temperatursteigerung bewirkt. Die Verzuckerung verläuft wie bei dem Einmaischen der Kartoffeln beschrieben. Nur beim Mais ist noch eine weitere Vorbereitung erforderlich. Selbst wenn man denselben fein mahlt, so erfolgt doch wegen des dichten Zusammenhanges der Stärkmehlkörner die Verzuckerung unvollständig. Man beseitigt diesen Uebelstand dadurch, dass man das Mehl vor dem Zusatz des Malzes mit Wasser kocht, bis alle kleinsten Theilchen desselben vollständig erweicht sind. Die siedende Flüssigkeit muss dann bis zur Maischtemperatur von 60 ° gekühlt werden, um einer Zerstörung der Diastase vorzubeugen. Es geschieht gewöhnlich, indem man die gekochte Masse auf das Kühlschiff bringt. Der HOLLEFREUND'sche Apparat dürfte die Aufschliessung und Verarbeitung des Mais sehr erleichtern.

Die weitere Behandlung ist im wesentlichen der der Kartoffelmaischen gleich.

Die Ausbeute an Alkohol aus diesen verschiedenen Materialien ist abhängig von ihrem Gehalt an Stärkemehl, da dieser aber je nach Klima, Boden, Witterungsverhältnissen wechselnd ist, und da ausser-

dem die Art der Behandlung während der Fabrikation von grossem Einfluss ist, so sind kaum allgemein gültige Angaben zu machen. Reines Stärkmehl liefert günstigsten Falls die Hälfte seines Gewichts an Alkohol, diese Ausbeute wird aber beim Fabrikbetriebe niemals erreicht, man kann annehmen, dass durchschnittlich nur etwa 75 Proc. der berechneten Alkoholmenge gewonnen werden; beim HOLLEFREUND'schen Verfahren ist die Ausbeute besser, sie kann unbedenklich auf 90 Proc. veranschlagt werden. Nach PAYEN gewinnt man durchschnittlich aus 100 Kilogr. Weizenschrot 29—30 Liter Alkohol von 95 Proc.; Roggen liefert 27—28; Gerste, Hafer, Buchweizen, Mais 20—25; Reis 32—36 Liter. Bei dem hohen Stärkmehlgehalt des Mais deutet jene geringe Ausbeute zweifellos auf sehr schlecht geleitete Fabrikation.

Um einige Beispiele für die verschiedene Ausführung der Verarbeitung des Korns zu geben, lassen wir hier das folgen, was PAYEN über die Kornspiritusfabrikation in Frankreich, Belgien und England angiebt.

Eine Mischung von 15 Theilen Malz und 100 Th. Getreideschrot wird in 500 Th. Wasser vertheilt und allmälig auf 72° erwärmt. Nach vierstündiger Einwirkung zieht man die Würze ab, macht einen zweiten Aufguss von Wasser von 50°, vereinigt diese zweite Würze mit der ersten, kühlt auf 20° und stellt mit Bierhefe an, nachdem man die Würze mit einem Drittel oder Viertel der bei der letzten Destillation gewonnenen Schlempe vermischt hat. Durch diesen Zusatz von Schlempe soll die Gährung begünstigt werden. Die Treber bekommen einen dritten Aufguss von Wasser von 70°. Die dabei abfliessende schwache Würze wird dann bei der nächsten Operation statt des Wassers beim Einmaischen benutzt.

In England arbeitet man folgendermassen: Ein Gemisch von [illegible] Th. Darrmalz, 80 Th. Gerstenschrot und 10 Th. Haferschrot wird [in] der Maischmaschine mit Wasser derartig eingemaischt, dass die resultirende Würze nach der Gährung 10 Procent ihres Volumens an Alkohol von 58 Proc. enthält. Die Würze wird auf flachen Kühlschiffen oder in röhrenförmigen Kühlapparaten gekühlt. Die Röhren dieser Apparate sind wie die Sioderöhren der Locomotiven angeordnet, [zu]r leichteren Reinigung aus Kupfer gefertigt. Die ausgewaschenen [Tr]eber dienen zur Ernährung der Thiere. Zur Vergährung kommt nur [kla]re Würze. Die Gährbassins fassen 1800 Hectoliter, die Gährung [da]uert 6—7 Tage; man gewinnt keine Hefe, da man sich dieselbe zu [bil]ligem Preise von den Brauern verschaffen kann. In den englischen [Br]auereien wird die Hefe weit über den eignen Bedarf gewonnen und [ma]n ihrer braunen Farbe wegen, die ihr von dem stark gedörrten

Malz der Porterbrauerei ertheilt wird, nicht an Bäcker absetzen. Aus einem Quarter des obigen Gemisches gewinnt man ungefähr 20 Gallonen Spiritus von 58°, welches 31 Liter absolutem Alkohol pro 100 Kilogramm entspricht.

In Belgien und in einzelnen Theilen des nördlichen Frankreichs wird die Maische im Gährbottich, oder im Maischbottich bereitet. Der letztere ist aus Eisenblech angefertigt, ist mit Rührwerk und einem durchlöcherten falschen Boden versehen. Der Maischbottich wird zu zwei Drittel seines Inhalts mit Wasser von 80° gefüllt. Das zu verarbeitende Getreide besteht aus 33 Th. Gerstenmalz und 67 Th. gemahlenem Roggen. Das Verhältniss von Wasser und Schrot wird so genommen, dass auf 1 Th. Schrot und Malz 3 Th. Wasser kommen. Nach einer zweistündigen Einwirkung kühlt man dadurch, dass man die Würze durch einen am Boden des Maischbottichs befindlichen Hahn ablässt und statt derselben kaltes Wasser aufgiesst. Das Ganze wird im Gährbottich vereinigt und in solchem Verhältniss mit klarer Schlempe vermischt, dass auf 1 Th. Getreide 7–8 Th. Flüssigkeit kommen. Während des Winterbetriebes nimmt man 12 Kilogramm Getreide und Malz auf 1 Hectoliter Flüssigkeit, im Sommer 14 Kilogramm. Während des Sommers stellt man die Gährung bei möglichst niedriger Temperatur an und verwendet 4 Kilogramm Hefe für jeden Bottich von 22 Hectoliter Inhalt. Die Gährung dauert wegen der belgischen Steuer-Gesetze nur 24 Stunden. Von 100 Hectolitern Material gewinnt man 25—26 Hectoliter Spiritus von 95 Proc.

11. Apparate der Destillation.

Der älteste Apparat, welcher noch vor 3—4 Decennien vielfach verbreitet war, jetzt jedoch kaum mehr anzutreffen ist, bestand aus der retortenartig gestalteten Blase, mit freier Feuerung, verbunden mit dem schlangenförmig gewundenen Kühlrohr, welches mit kaltem Wasser umgeben in einem hölzernen Bottich lag. Ein solcher Apparat gestattet nicht anders zu arbeiten als: Gewinnung von Lutter, weinen des Lutters zu Branntwein und Rectification des Branntweins zu Sprit. Die ersten Verbesserungen der Apparate verdanken wir französischen Technikern denen deutsche sehr bald nachfolgten, jene hatten bei ihrer Construction das Material ihres Landes, den Wein vor Augen, während diese das weit schwieriger zu bearbeitende Material, die dicken Maischen des Getreides und der Kartoffeln mit ihren Trebern und Schalen zu berücksichtigen hatten.

Die erste Verbesserung scheint von Argand ausgegangen zu sein. Er brachte unmittelbar über der Blase ein, in einem cylindrischen, mit

Wein gefülltem Behälter liegendes Schlangenrohr derart an, dass die aus der Blase kommenden Dämpfe in das untere Ende des Kühlrohrs eintraten, das hier theilweis verdichtete Destillat floss in die Blase zurück, die dadurch alkoholreich gewordenen Dämpfe entwichen, in dem Maasse wie der Wein sich in dem Kühlgefäss erwärmte, an dem oberen Theil des Schlangenrohrs und traten dann in ein, von kaltem, beständig erneuertem Wasser umgebenes Schlangenrohr ein und zwar am oberen Ende desselben, um hier vollständig verdichtet zu werden. Man erhielt auf diese Weise Weingeist, oder verkäuflichen Branntwein in einer Operation. Der erwärmte Wein wurde dann bei der nächsten Destillation aus dem Vorwärmer in die Blase abgelassen.

Dasselbe Prinzip wurde später von Dorn angewandt, jedoch mit dem Unterschied, dass er das in dem ersten Kühlrohr condensirte Destillat nicht in die Blase zurückfliessen liess, sondern in einem besonderen Behälter sammelte, welcher von den nachfolgenden Dämpfen durchstrichen eine Rectification des Lutters bewirkte, so dass nur eine fast alkoholfreie Flüssigkeit bei der nächsten Destillation, neben der im Vorwärmer angewärmten Maische zu verarbeiten war.

Eduard Adam führte folgende Modification ein. Die Blase war mit einer Reihe von metallenen, eiförmig gestalteten Gefässen derartig verbunden, dass ein von der Blase ausgehendes Rohr fast auf dem Boden des ersten Eies in Form einer Brause endete, ein gleiches Rohr verband den oberen Theil des ersten Eies mit dem zweiten und endigte auf dem Boden desselben, auf gleiche Weise wurden mehrere derartige Gefässe unter einander verbunden, aus dem letzten entwich dann der sehr alkoholreich gewordene Dampf in die Kühlschlange. Durch Ausstrahlung von Wärme von der Oberfläche der Eier wurde dem Dampfgemisch Wärme entzogen, es trat eine entsprechende Condensation ein, die nachfolgenden Dämpfe durchstrichen die Flüssigkeit und nahmen einen Theil des Alkohols mit fort. Bei beendigter Destillation enthielt jedes condensirende Gefäss eine alkoholische Flüssigkeit von um so höherer Concentration, je weiter dasselbe von der Blase entfernt war. Um diese zu verwerthen, wurde der Inhalt des ersten Eies in die Blase, der des zweiten in die erste, der des dritten in die zweite übergefüllt u. s. f., so dass bei der nächsten Destillation immer die bei der vorhergehenden condensirten Flüssigkeiten rectificirt wurden.

Cellier-Blumenthal führte den continuirlich wirkenden Apparat ein, bei welchem die Verdichtung der Dämpfe ausschliesslich durch den zu destillirenden Wein geschah; das wesentlich Neue dieses Apparates bestand darin, dass beständig an einem Ende desselben der Wein einfloss, während unten die abdestillirte Flüssigkeit ebenso continuirlich den

Apparat verliess. Ein Nachtheil dieses Apparats bestand darin, dass die abfliessende Schlempe nicht vollständig frei von Alkohol war, dieser wurde aber gehoben durch eine Einrichtung von DEROSNE, durch welche der Abfluss ein intermittirender wurde, während der Zufluss continuirlich fortging.

Gleichzeitig mit diesen brachte in Deutschland PISTORIUS seinen aus zwei unter einander verbundenen, und mit Vorwärmer versehenen Blasen bestehenden Apparat, dem er noch die ADAM'schen Eier zufügte in Form flacher Becken, die aber das in ihnen condensirte nicht sammelten, sondern unmittelbar in den Destillirapparat zurückfliessen liessen. Der PISTORIUS'sche Apparat mit mannigfachen Modificationen findet sich heute in Deutschland in fast allen Spiritusfabriken, erst in neuester Zeit wird ihm starke Concurrenz gemacht durch einen nach dem Princip von CELLIER-BLUMENTHAL-DEROSNE gebauten, für den Betrieb mit Dickmaischen eingerichteten Apparat.

Die Heizung der Destillirapparate durch Dampf wurde 1829 durch GALL eingeführt.

12. Laugiers Apparat.

Einer der einfachsten, für continuirlichen Zufluss des Weines, aber intermittirenden Abfluss der Schlempe, berechneten Apparat ist der auf Taf. XXXVII. dargestellte. Er besteht aus 4 Gefässen, zwei Blasen, einem Dephlegmator und einem Condensator. Die erste Blase A ist über dem Feuerrost B eingemauert und wird von dem Zuge c d e umgeben, durch welchen dann die Hitze der Feuergase unter und um die zweite, höher stehende Blase C geleitet wird. Die zweite Blase ist mit der ersten durch ein Rohr verbunden, so dass der Inhalt derselben durch Oeffnen des Hahnens j in diese entleert werden kann. Ausserdem verbindet das gebogene Dampfrohr i i den oberen Theil der ersten Blase mit der zweiten und leitet den Dampf in die in der zweiten Blase enthaltene Flüssigkeit, es endet dort in einem Brausenkopf, um den Dampf möglichst in der Flüssigkeit zu vertheilen. Das Dampfrohr m der zweiten Blase tritt am Boden in den Dephlegmator E, in welchem es sieben Spiralwindungen f, f′ f″ . . . f^7 (Fig. 4) macht: die hier verdichtete Flüssigkeit fliesst dem tiefsten Punkte jeder Windung zu und wird durch ein dort angebrachtes kleineres Rohr dem gemeinsamen Abflussrohr n n′ zugeleitet, durch welches sie in die zweite Blase zurückgeleitet wird. Die nicht verdichteten Dämpfe gelangen durch die Rohrstutzen, welche jede der Spiralwindungen verbinden von einer Windung in die andere, bis sie endlich aus der obersten durch das Rohr o o′ in den oberen Theil der in dem Condensator G befindlichen

Schlangenröhre G' gelangen, um vollständig verdichtet zu werden. Der hier gebildete Weingeist gelangt durch den Ausfluss q' des Schlangenrohrs in den Ständer, in welchem ein Alkoholometer S schwimmt, um durch das Ablaufrohr desselben dem Sammelgefäss zugeleitet zu werden.

Der zu destillirende Wein nimmt den entgegengesetzten Weg. Er fliesst aus dem Reservoir v v', in welchem ein Schwimmerhahn sein Niveau constant erhält durch den Hahn u u' und das Trichterrohr l l' auf den Boden des Condensators G G', umspült hier das Schlangenrohr, um dann am oberen Theil des Condensators durch das Ueberflussrohr L L' auf den Boden des Dephlegmators E E' geleitet zu werden. Diesen erfüllt er ganz und gelangt aus dem oberen Theil desselben durch das Rohr l l' in erwärmtem Zustande in die zweite Blase C, um durch Oeffnen des Hahnes j in die erste Blase A abgelassen zu werden. Mittelst des Hahnes f wird die Schlempe aus der ersten Blase entleert. An beiden Blasen sind Wasserstandsgläser g g h und g' g' h' angebracht, mittelst welcher man stets das Niveau der Flüssigkeiten controliren kann. Da der Wein in dem Dephlegmator E nicht unbeträchtlich erwärmt wird, so giebt er hier schon Alkoholdämpfe ab. Diese werden durch ein in dem Deckel angebrachtes Rohr p in das Verbindungsrohr o geleitet um dem Condensator zugeführt zu werden.

Die Arbeit mit dem Apparate ist höchst einfach. Nachdem alles vorbereitet worden ist, öffnet man den Hahn u des Weinreservoirs; der Wein füllt zunächst den Condensator G, dann den Dephlegmator E und fliesst in die zweite Blase C. Sobald der Wein hier die Mündung des Dampfrohrs i erreicht, was man an einer Marke an dem Wasserstandglase g' g' erkennt, schliesst man den Hahn u und füllt die erste Blase A bis zu drei Viertel ihres Inhalts, um diesen dann zum Kochen zu erhitzen. Die Erhitzung wird so lange fortgesetzt, bis etwa zwei Drittel oder drei Viertel der Flüssigkeit, je nach dem Gehalt des Weins, destillirt ist. Während dieser Destillation wird der grösste Theil des Dampfes in der zweiten Blase und in dem Dephlegmator condensirt, nur wenig Alkohol fliesst durch das Schlangenrohr ab, weil der Inhalt der zweiten Blase, sowie der des Dephlegmators noch nicht erwärmt ist und so völlige Verdichtung herbeiführt. Nachdem der Inhalt der ersten Blase erschöpft ist, öffnet man den Hahn f und lässt die Schlempe abfliessen. Unmittelbar nach der Entleerung wird dann f geschlossen und j geöffnet, um den Inhalt der zweiten Blase in die erste zu entleeren. Nachdem j wieder geschlossen ist, verstärkt man das Feuer, wodurch die bereits warme Flüssigkeit rasch zum Sieden gebracht wird. Man öffnet nun den Zuflusshahn u und lässt den Wein

ununterbrochen in langsamem Strome in den Apparat fliessen. Er verdrängt dabei den im Condensator schwach erwärmten Wein in den Dephlegmator und lässt den hier bereits heiss gewordenen, in die zweite Blase fliessen, wohin ausserdem die heisse Flüssigkeit aus den Röhren f f' . . . f⁷ gelangt. Der Zufluss des Weines wird so regulirt, dass die zweite Blase in der Zeit, welche erforderlich ist um den Inhalt der ersten Blase völlig zu erschöpfen, gefüllt wird. Es ist dazu drei Viertel bis eine Stunde erforderlich. Der Inhalt der ersten Blase wird darauf abgelassen, und der der zweiten in diese übergeführt. So geht der Gang der Operation, sobald derselbe einmal eingeleitet ist, ununterbrochen vorwärts, der Wein fliesst beständig zu, füllt allmälig die zweite Blase und wird endlich nach seiner vollständigen Entgeistung abgelassen.

Die Stärke des zu erzielenden Productes kann man beliebig reguliren. Bei starkem Feuer und sehr lebhaftem Sieden der Flüssigkeit in A wird der Inhalt des Dephlegmators rasch und stark erhitzt werden, so dass er nur unvollkommen wirkt, man wird in diesem Falle schwachen Weingeist erzielen. Mässigt man dagegen das Feuer und leitet so die Destillation langsam, so wird dem entsprechend die Stärke des Weingeistes höher ausfallen. Das gleiche kann man bei raschem Gange der Operation erreichen, wenn man die Zahl der Spiralwindungen im Dephlegmator vermehrt und denselben vergrössert.

Beim Arbeiten mit dem Apparat hat man nur dafür Sorge zu tragen, dass die Schlempe nicht eher entleert wird als bis aller Alkohol wirklich abdestillirt ist, um keinen Verlust zu haben. Man überzeugt sich auf leichteste Weise davon, indem man auf einen Probehahn der ersten Blase ein kleines doppelt gewundenes Schlangenrohr aufsetzt, in dessen untere Windung die Dämpfe eintreten, darin, wie in dem Dephlegmator von unten aufsteigend, um dann in die zweite abwärts gerichtete Hälfte des Schlangenrohrs zu gelangen. Die ersten daraus abfliessenden Tropfen des Destillates prüft man auf ihre Entzündlichkeit. Sind sie, namentlich wenn man sie auf einen warmen Gegenstand fliessen lässt, entzündlich, so ist noch Alkohol vorhanden, die Destillation muss dann so lange fortgesetzt werden, bis eine Probe die Abwesenheit des Alkohols in den Dämpfen zeigt.

18. Apparat von Cellier-Blumenthal, von Derosne und Dubrunfaut verbessert.

Dieser Apparat gehört zu den sogenannten Säulen- oder Colonnenapparaten und wird in den meisten Rübenbrennereien Frankreichs angewendet. Seine Leistungsfähigkeit entspricht in 24 Stunden einer

Destillation von 500—1200 Hectoliter Saft, je nach der Grösse der Colonne, deren Durchmesser entweder zu 80 Centimeter oder 1 Meter genommen wird; er liefert dabei 40—96 Hectoliter Branntwein von 49°, entsprechend 20—48 Hectoliter rectificirtem Spiritus von 94°. Der Apparat ist in Fig. 1 Taf. XXXVIII. in äusserer Ansicht dargestellt.

A ist die erste Blase. Sie ist ganz dem Vacuumapparat der Zuckerfabriken nachgebildet und besteht aus einem unteren, mit einem Dampfmantel umgebenen Theil, über welchen der obere halbkugelförmige Theil sich erhebt. Beide sind unter sich und mit dem Dampfmantel mittelst eines hervorspringenden Randes und Flanschenverschraubungen verbunden und gedichtet. Zweckmässiger Weise, zur Vergrösserung des Inhaltes schaltet man zwischen den oberen und den unteren Theil noch ein cylindrisches Zwischenstück ein. An der tiefsten Stelle der Blase findet sich der Ablasshahn a, welcher als Rohrstutzen durch den Dampfmantel hindurchgeht. Die Heizung erfolgt, indem man Dampf in den Mantel einströmen lässt, letzterer ist zu dem Behuf mittelst eines durch ein Ventil abschliessbares Rohr e s mit dem Dampfkessel und andererseits mit einem Rohr verbunden, welches das condensirte Wasser und den überflüssigen Dampf ableitet, auf dieselbe Weise wie wir es bei den Kochapparaten der Zuckerfabriken beschrieben haben, und ebenso wie dort kann man die Erhitzung der Flüssigkeit dadurch befördern, dass man ausser dem Mantel noch ein Dampfsiederohr im Innern der Blase anbringt. Man kann diese indirecte Heizung auch ersetzen durch direct einströmenden Dampf, hat dann aber den Nachtheil, dass die zur Verfütterung bestimmte Schlempe durch das Condensationswasser allzusehr verdünnt wird.

Am oberen Theil der Blase findet sich das Rohr a″ durch welches die Dämpfe in eine zweite Blase B geleitet werden, welche denselben Zweck erfüllt wie die zweite Blase beim Apparat Laugier. Die zweite Blase ist ausserdem versehen 1) mit einem kleinen Lufthahn b″, der zugleich als Probehahn zur Untersuchung des Dampfes dienen kann; 2) mit dem mittelst des Hahnes b verschliessbaren Rohr, zum Ablassen der Flüssigkeit in die erste Blase und 3) mit einem Wasserstandszeiger.

Vom höchsten Punkt der zweiten Blase führt das Rohr b′ die Dämpfe in die Colonne C. Die Colonne besteht aus 10 Abtheilungen mit 18 Destillationsplatten, die wir gleich beschreiben werden, und endigt in dem gewölbten Deckel C′. Das auf diesem Deckel angebrachte Rohr D leitet die Dämpfe in das Schlangenrohr R″ R‴ des ersten Vorwärmers. Am unteren Ende dieses Schlangenrohrs ist die Vorlage F angebracht, in welcher die nicht condensirten Dämpfe von dem im

Schlangenrohr condensirten Theile getrennt werden und zwar dadurch, dass am Boden von F ein U-förmig gebogenes Rohr angebracht ist, welches den hier condensirten Theil der Flüssigkeit aus dem Schlangenrohr R″ R‴ durch das Rohr J in das Kühlrohr K K′ führt, während die nicht verdichteten Dämpfe vom oberen Theil der Vorlage durch das Rohr F G in das Schlangenrohr H des zweiten Vorwärmers gelangen. Der in diesem Schlangenrohr verdichtete Alkohol fliesst dann mit dem wenigen noch nicht condensirten Dampf ebenfalls durch das Rohr J K dem Condensator K K′ zu. Endlich werden noch die Dämpfe, welche sich in dem ersten Vorwärmer bilden, durch das gebogene Rohr t in das Rohr J und von da in den Condensator geleitet, so dass hier schliesslich alle Destillate vereinigt werden.

Der Condensator wird von dem Reservoir U mittelst des Hahnes und der Trichterröhre V mit kaltem Wasser gespeiset, dies tritt am Boden ein und fliesst am oberen Theil erwärmt durch das Rohr X ab um nach aussen geleitet zu werden.

Das Schlangenrohr des Condensators setzt sich in dem Rohr L fort und dies leitet den Spiritus in den Alkoholometerständer M, dessen Abfluss unmittelbar über dem Trichterrohr des Reservoirs N befindlich ist. Letzteres steht durch eine Röhrenleitung mit dem Magazin in Verbindung, um den fertigen Spiritus unmittelbar in die Gebinde O O′ O″ ablassen zu können.

Der gegohrene Saft nimmt den den Dämpfen entgegengesetzten Weg. Das Reservoir P nimmt den Saft auf, der ihm durch eine Pumpe und das Steigrohr P′ zugeführt wird. Beim Vollwerden des Reservoirs ergiesst sich der nachfolgende Saft durch das Ueberflussrohr P″ und eine mit ihm in Verbindung stehende Rohrleitung in das Reservoir der Pumpe zurück, so dass selbst bei völliger Unachtsamkeit des Arbeiters niemals eine Vergeudung von Saft auf diesem Wege entstehen kann. Die Pumpe ist in Fig. 101 dargestellt. In dem Pumpenkörper A B bewegt sich der massive Kolben auf und ab, beim Heben vergrössert er den Raum B, saugt in Folge dessen die Flüssigkeit, in welche das untere Rohr eintaucht, an, indem dabei das Kugelventil C gehoben wird; beim Hinabgehen des Kolbens hebt sich das Kugelventil D und lässt die Flüssigkeit in das Steigrohr E treiben, während das Kugelventil C durch den auf ihm lastenden Druck geschlossen bleibt. Dasselbe Spiel der Ventile wiederholt sich bei jedem Wechsel der Stellung des Pumpenkolbens. Die Kugelventile sind in vieler Beziehung den gewöhnlichen Klappenventilen der Pumpen vor-

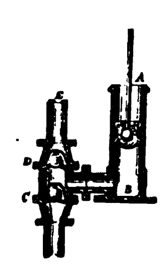


Fig. 101.

zuziehen, da sie völlig dichten Schluss gewähren und sich nicht leicht abnutzen.

Aus dem Saftreservoir P fliesst der Saft durch den Hahn P″, dessen Stellung durch die Seilscheiben P‴ P 4 und die an letzterer befestigter Kurvel regulirt wird, durch das Trichterrohr q in den zweiten Vorwärmer, erfüllt diesen von unten eintretend, steigt dann bei R über in den ersten Vorwärmer und fliesst von hier, bereits ziemlich heiss geworden, durch das Rohr S auf die oberste Platte der Colonne, um allmälig die 18 Platten zu passiren und sich dann in der zweiten Blase B zu sammeln, bis diese voll geworden ist, und um dann durch das Ablassrohr in die erste Blase entleert zu werden.

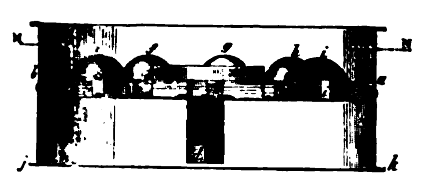


Fig. 102.

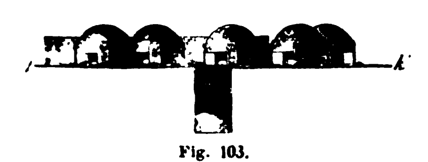


Fig. 103.

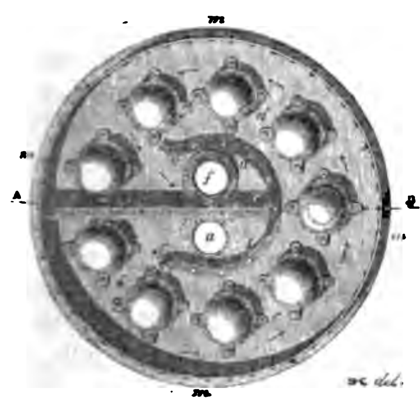


Fig. 104.

Von den Abtheilungen der Colonne ist in Fig. 102 und Fig. 103 eine in zwei verschiedenen Vertikalschnitten und in Fig. 104 ein Horizontaldurchschnitt gezeichnet. Fig. 102 zeigt eine der Abtheilungen, welche mitten in ihrer Höhe eine Platte oder Scheibe O P trägt, deren aufgebogene Ränder an der innern Wandung der Abtheilung festgenietet sind. Die Buchstaben e f g h i bezeichnen fünf halbkugelförmige Kappen, von denen auf jeder Platte neun vorhanden sind, sie bedecken eben so viele oben und unten offene Rohrstutzen. Eine dieser Kappen i ist durchschnitten dargestellt, man sieht, dass sie wie alle übrigen durch auf der Platte festgenietete Blechbänder getragen und so gehalten wird, dass ihr unterer Rand um einen Centimeter tiefer steht, als der obere Rand des Rohrstutzens, über welchen sie gestülpt ist. Bei dieser Stellung der Kappen ist der von unten aufsteigende Dampf gezwungen, sich durch die auf den Platten stehende Flüssigkeit seinen Weg zu bahnen, dieselbe zu durchstreichen und in kräftiger Bewegung zu erhalten.

Das Niveau der Flüssigkeit wird auf den Platten immer constant erhalten und zwar derartig, dass es immer in der Mitte der Höhe zwischen dem oberen Rande der Rohrstutzen und dem unteren Rande der darüber gestülpten Kappen steht. Zu diesem Behufe ist nahe dem Mittelpunkt das Rohr d angebracht, dessen oberer Rand um 1½ Centimeter tiefer als der obere Rand der Rohrstutzen und um 1½ Centimeter höher als der untere Rand der Kappen liegt. Das Rohr d geht wie die Zeichnung es andeutet durch die Platte hindurch und endet 2 Centimeter über der darunter befindlichen folgenden Platte j′ k′ (Fig. 103), welche mit dem, einen grossen Flansch bildenden unteren Rande und dem gleichen oberen Rande der folgenden Abtheilung durch Schrauben fest verbunden ist. Durch diese Vorrichtung wird die Flüssigkeit auf der Platte O P immer in der, durch die Linie a b angedeuteten Höhe bleiben, alles was mehr darauf fliesst, muss durch d auf die folgende Platte geführt werden, gleichzeitig sperrt aber die Flüssigkeit die Oeffnungen der sämmtlichen Kappen ab. Der Dampf kann eben nur durch die offenen Rohrstutzen durch die Kappen und nicht durch d strömen, weil letzteres selbst in die auf der folgenden Platte stehende Flüssigkeit taucht und so abgesperrt ist. Die ganze Colonne besteht aus 10 solcher über einander befestigter Abtheilungen.

Um die Flüssigkeiten auf den einzelnen Platten in steter Circulation zu erhalten, wird ihnen ihr Weg bestimmt vorgeschrieben. Es dient dazu die in dem Horizontaldurchschnitt Fig. 104 deutlicher sichtbare Vorrichtung. An das vom äusseren Rande ausgehende gerade Diaphragma A r, legt sich das gebogene Diaphragma r s t nach der einen Seite und r u v nach der anderen Seite an. Wenn nun die Flüssigkeit von der oberen Platte durch das weite Rohr bei a auf diese Platte fällt, so muss sie nothwendiger Weise den durch die Pfeile angedeuteten Weg nehmen, um das Rohr f zu erreichen, um sich durch dieses auf die folgende, untere Platte zu ergiessen. Dort sind gleiche Diaphragmen angebracht, wodurch die Flüssigkeit sich hier in gleichem Sinne, aber in entgegengesetzter Richtung bewegen muss.

Beim Betriebe des Apparates füllt man zunächst den Condensator K K (Tafel XXXVIII) mit kaltem Wasser und schliesst den Hahn V bis zur beginnenden Destillation. Durch Oeffnen des Hahnes P‴ füllt man die beiden Vorwärmer Q′ H und R″ R‴ und die sämmtlichen Abtheilungen der Colonne C. Es sind während der Zeit die Lufthähne a′ und b′ geöffnet, um die Luft aus dem Apparate entweichen zu lassen.

Sobald die Blase A durch den geöffneten Hahn b zu zwei Drittel ihrer Höhe gefüllt ist, schliesst man den Lufthahn a′ und lässt Dampf in den Mantel oder die Heizröhre, wobei man, um die Destillation

rasch auszuführen einen Dampfdruck von 3—5 Atmosphären anwendet. Die Flüssigkeit kommt dadurch rasch zum Sieden, der Dampf tritt durch das Rohr a″ in die zweite Blase, deren weitere Communication mit der ersten Blase durch den Hahn b′ mittlerweile abgesperrt und deren Lufthahn b ebenfalls abgesperrt ist, durchstreicht hier, durch zahlreiche Oeffnungen eines Brausenkopfes ausströmend die Flüssigkeit, verdampft einen grossen Theil des Alkoholgehaltes derselben und wird durch b′ in die Colonne C geführt, wo er nacheinander durch die, die 18 Platten bedeckenden Flüssigkeitsschichten streicht. Der von oben herabkommende Saft, welcher also dem Dampfe entgegenfliesst, wird in dem Maasse ärmer an Alkohol wie er sich den unteren Platten nähert, der Dampf wird dagegen immer reicher an Alkohol, weil, in dem Maasse wie neuer Alkohol auf den einzelnen Platten in Dampf verwandelt wird, eine entsprechende Condensation von Wasserdampf stattfindet.

Während der Zeit, welche erforderlich ist, um B zu zwei Drittel zu füllen, wird der Inhalt von A völlig erschöpft sein. A wird dann entleert und der Inhalt von B durch den Hahn b nach A abgelassen, worauf das Spiel von neuem beginnt.

Der Alkohol concentrirt sich in der Colonne genügend, um unmittelbar bei der in den Vorwärmern und dem Condensator erfolgenden Verdichtung einen Gehalt anzunehmen, der der Stärke des Branntweins entspricht. Eine weitere Verstärkung wird nicht beabsichtigt, sie könnte jedoch mit Leichtigkeit erzielt werden, wenn man nicht die sämmtlichen Flüssigkeiten, wie es hier geschieht, vereinigte, sondern den ersten Vorwärmer als Dephlegmator wirken liesse und das hier condensirte, statt es mit dem weiteren zu vereinigen, auf die obere Platte der Colonne fliessen liesse, um dort von neuem rectificirt und von dem grössten Theil des Wassers befreit zu werden. Man würde so gleich starken Spiritus erhalten. Wir werden weiter unten Gelegenheit haben, Apparate zu beschreiben, bei denen diese Vorrichtung angebracht ist.

Soll der Apparat am Ende der Campagne, oder aus sonst irgend welchem Grunde, ganz zum Stillstand gebracht werden, so lässt man zunächst das Saftreservoir P sich ganz entleeren, füllt es dann mit Wasser und verdrängt so den in den einzelnen Theilen des Apparates vorhandenen Saft durch Wasser.

14. Einrichtung einer Rübenspiritusfabrik.

Die Figuren 105—107 sind Pläne von Spiritusfabriken, wie sie in Frankreich auf dem Lande, nach dem System Champonnois, betrieben werden. Fig. 105 giebt eine Uebersicht über die Lage der einzelnen

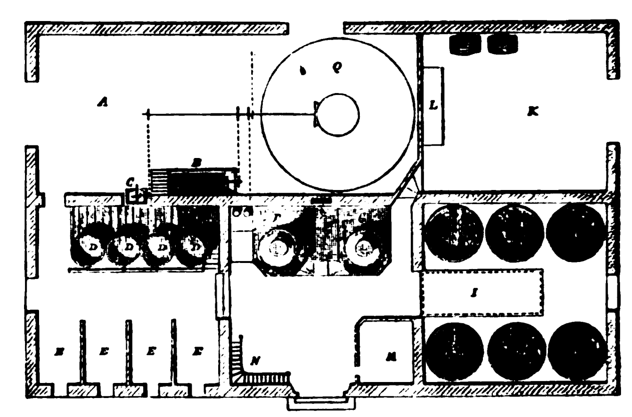


Fig. 105.

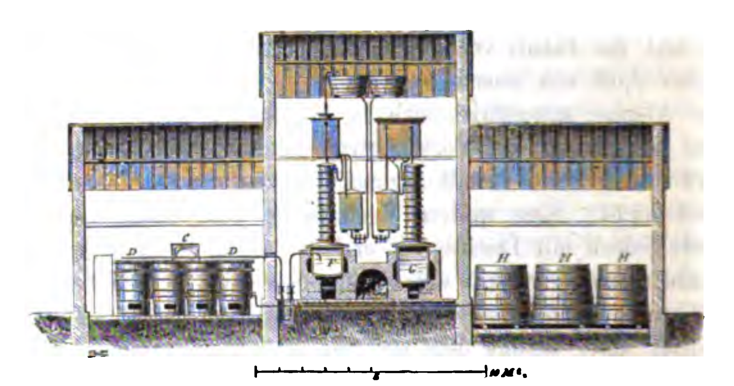


Fig. 106.

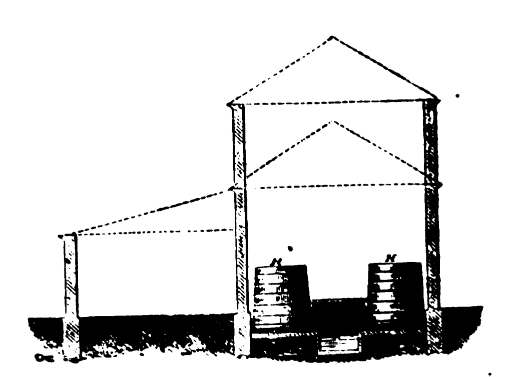


Fig. 107.

Räumlichkeiten. A ein Schuppen, durch dessen grosse Pforte die Rüben aus den Gruben der Felder gebracht werden; B Rübenwäsche, von der die gereinigten Rüben zur Schneidemaschine C gelangen. Q ein Pferdegöpel, von dem die Bewegung mittelst Transmissionen auf die Rübenwäsche und die Schneidemaschine übertragen wird.

Die Rüben werden in dünne Schnitte zertheilt und gelangen in einen der Macerationsbottiche D. Die ausgelaugten Schnitzel werden in den Behältern E mit Rauhfutter vermischt und werden dann auf einem kleinen Schienenwege, der unmittelbar hinter diesen Behältern liegt, zu den Stallungen gefahren, um dort verfüttert zu werden.

Die durch Maceration der Rübenschnitzel mit Schlempe gewonnenen Säfte werden zunächst durch eine offene, dann durch eine unterirdische Rinne in die Gährbottiche H (Fig. 105 u. 106) geleitet. In der Mitte des Gährraums liegt ein vertieftes Reservoir J, in welches der vergohrene Saft aus den Gährbottichen abgelassen wird. Von dort werden die beiden Hochreservoirs mittelst einer Pumpe gefüllt, um den Saft dann in die beiden Destillirapparate F G fliessen zu lassen. Das Destillat fliesst in das im Magazin K befindliche Reservoir L. Das Magazin ist durch massive Mauern von allen übrigen Räumlichkeiten der Fabrik getrennt. Ebendaselbst wird das Fassen vorgenommen und die Gebinde zum Transport fertig gemacht. Der mit M bezeichnete Raum dient als Bureau. Die Treppe H führt zu den Hochreservoirs und zu den höher gelegenen Theilen des Destillirapparates.

In dem Längendurchschnitt Fig. 106 sieht man bei C die Thüre durch welche die Rübenschnitzel von der Schneidemaschine kommen, in demselben Raume sind die Auslaugegefässe dargestellt und bei D D die Röhrenleitung, welche die letzteren mit Wasser oder Schlempe versorgt. In dem mittleren Raum sind die beiden Destillationsapparate F G, mit ihrem Zubehör und den Hochreservoirs sichtbar. In dem Querschnitt Fig. 107 sieht man das Gährlokal. Die Gährbottiche H H stehen auf einem Balkengerüst, oder zweckmässiger auf einer gemauerten, mit Asphalt belegten Bank, um möglichste Reinlichkeit erhalten zu können. Zwischen ihnen, tiefer in den Erdboden versenkt, liegt das Reservoir für den vergohrenen Saft. Die Arbeit an den Gährbottichen wird durch einen in einer Höhe von 125 Centimeter von ihrem oberen Rande entfernten Fussboden erleichtert. Unmittelbar hieran stösst, aber durch starke Mauern getrennt, das Magazin H, dessen Dachstuhl am zweckmässigsten aus eisernen Trägern construirt wird um Feuersgefahr zu verringern.

Die Macerationsbottiche sind in Fig. 108 in äusserer Ansicht, im Vertikal- und im Horizontaldurchschnitt dargestellt. Dieselben haben

unten einen falschen Boden h, auf welchem die Rübenschnitzel ruhen. oben befindet sich ein zweiter, wie der erste mit Löchern durchbohrter falscher Boden der dazu dient, die zur Maceration bestimmte Schlempe und das Wasser beim Auslaufen über die Schnitzel zu vertheilen. Die Flüssigkeiten kommen von besonderen Kesseln oder Reservoirs und

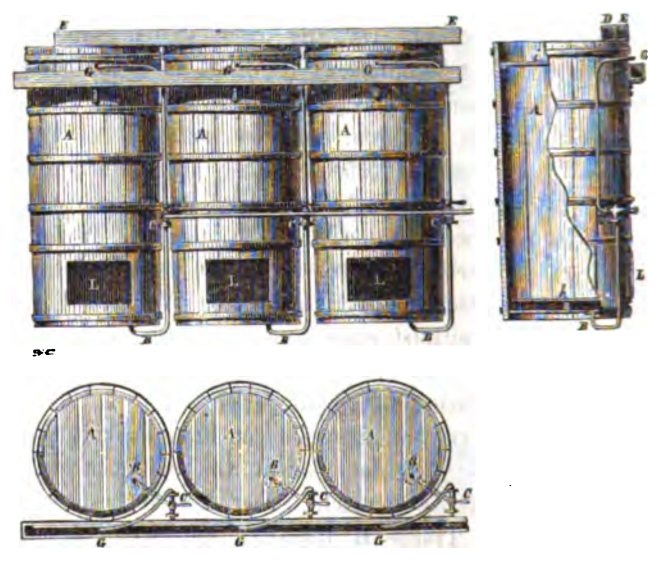
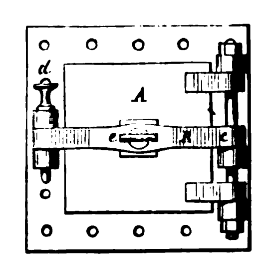


Fig. 108.

werden den Bottichen durch die hochgelegenen Rinnen zugeführt. Die verschiedenen Flüssigkeiten der Macerationsapparate werden durch die Steigröhren B C G, die unter den unteren falschen Boden in die Bottiche eintreten, in die seitlich gelegene Rinne entleert, um von da in die Gährbottiche zu fliessen. Mittelst der Dreiweghähne C lässt sich der grösste Theil des flüssigen Inhalts der Macerationsgefässe abziehen, wenn es sich darum handelt eines derselben ganz zu entleeren. Die Flüssigkeit ergiesst sich dann in die Röhrenleitung G G, die ihrerseits in dem Reservoir einer Pumpe endigt, von wo die Flüssigkeit in die hochgelegene Rinne D E befördert wird.



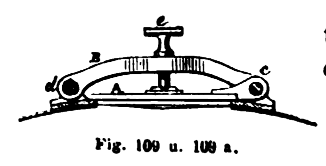


Fig. 109 u. 109 a.

Die ausgelaugten Schnitzel werden mittelst Rechen mit gekrümmten Zähnen durch die im Niveau des unteren falschen Bodens gelegene Oeffnung L L aus dem Macerationsgefäss gezogen. Diese Oeffnungen werden

während des Betriebes durch starke, mittelst Bügelschrauben gedichtete Thüren verschlossen gehalten. Die letzteren sind in Fig. 109 dargestellt und werden ohne weitere Beschreibung verständlich sein.

Das Nähere über das Verfahren der Saftgewinnung etc. wird unten im Zusammenhange mit den übrigen Methoden der Verarbeitung der Rüben mitgetheilt werden.

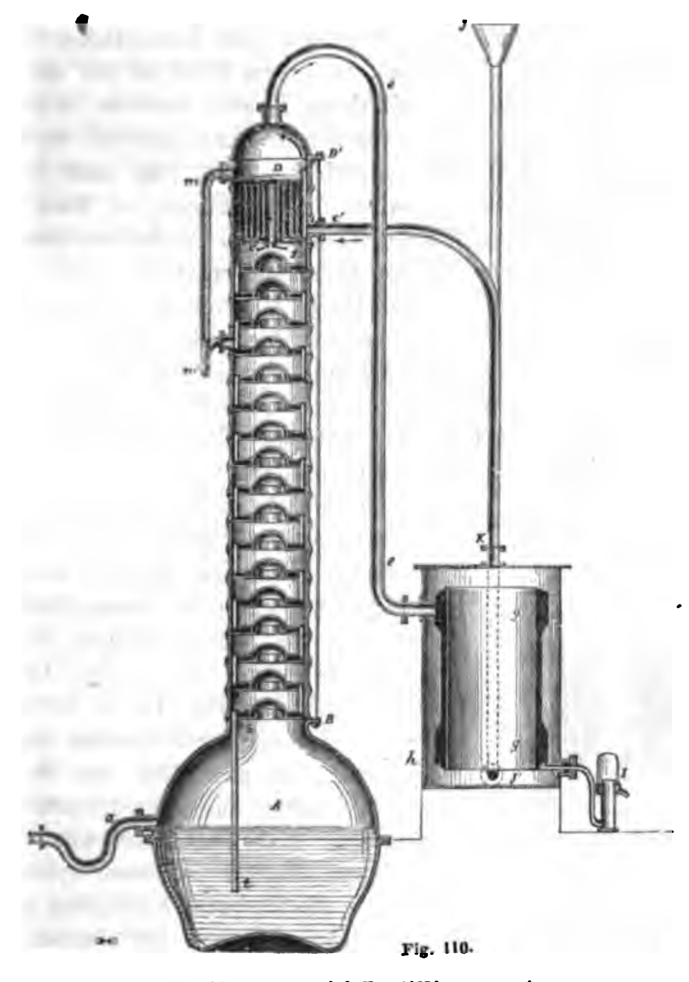


Fig. 110.

15. Champonnois' Destillirapparat.

Der von CHAMPONNOIS eingeführte Apparat ist im wesentlichen eine Vereinfachung des oben beschriebenen von CELLIER-BLUMENTHAL. Er besteht aus einer, für freies Feuer eingerichteten Blase, mit Colonne und Kühlapparat und ist in Fig. 110 dargestellt. Die Blase A wird

in einen entsprechenden Ofen eingemauert, sie hat einen nach innen gekrümmten Boden, um der strahlenden Wärme des Feuers eine grosse Oberfläche darzubieten und zugleich zu verhindern, dass Absätze, welche sich am Boden ablagern könnten, zu sehr der Wirkung des Feuers ausgesetzt werden.

Die Colonne besteht aus cylindrischen Abtheilungen, deren äusserer Rand eine rinnenartige Vertiefung trägt, in welche ein Kautschukring gelegt wird, um dadurch ohne Schrauben einen hermetischen Verschluss jeder Abtheilung herbeizuführen. Zu diesem Behuf ist nur die unterste und die oberste Abtheilung mit einem Flansch versehen, durch dessen Oeffnungen die Stangen B B′ von solcher Länge gesteckt werden, dass diese der Höhe der Colonne entspricht. Zieht man dann Schraubenmuttern auf die Schraubengewinde dieser Stangen, so kann man dadurch die Ränder der einzelnen Abtheilungen so fest auf die Gummiringe pressen, dass hermetischer Verschluss entsteht.

Jede Abtheilung trägt eine Platte mit weitem, centralem Dampfrohr, von einer Kappe, deren unterer Rand zur besseren Vertheilung der Dampfblasen gezahnt ist, überstülpt, ausserdem ist in jeder Platte ein Abflussrohr eingeschaltet, dessen obere Oeffnung nur 1 Centimeter tiefer liegt als das Dampfrohr, während seine untere Oeffnung nicht weit von der folgenden Platte entfernt liegt.

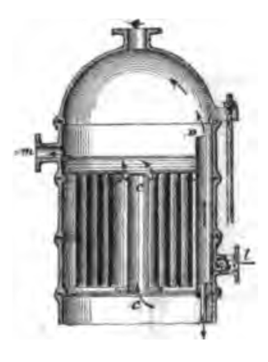




Fig. 111 und 111 a.

Eigenthümlich ist diesem Apparat die Einschaltung eines Dephlegmators am oberen Theil der Colonne, in welchem ein Theil des Dampfes condensirt wird, um in den oberen Abtheilungen der Colonne von neuem rectificirt zu werden. Dieser Dephlegmator ist in Fig. 110 bei D gezeichnet und in Fig. 111 a in grösserem Massstabe in zwei Durchschnitten dargestellt. Er besteht, wie namentlich aus dem Querschnitt hervorgeht. aus einem spiralförmig aufgewundenen, flachen Behälter mit doppelten Wandungen, welcher in einem cylindrischen mit der zu destillirenden Flüssigkeit gefülltem Gefässe steht. Die von der obersten Abtheilung der Colonne kommenden Dämpfe treten bei C in den Behälter ein, circuliren in demselben und nehmen ihren Weg durch das über der Flüssigkeit mündende Rohr D durch e zum Condensator, während die im Dephlegmator verdichtete Flüssig-

keit durch ein enges, unten U förmig gebogenes Rohr in die oberste Abtheilung der Colonne zurückfliesst.

Statt der gewöhnlichen Schlangenröhre ist im Condensator ein doppelwandiger Cylinder g g (Fig. 110) angebracht, dessen Wandungen in geringem Abstande von einander befindlich sind und so einen cylinderförmigen Ring bilden, der allseitig von Kühlflüssigkeit umgeben ist. Die alkoholischen Dämpfe treten oben in den Kühlcylinder ein, werden darin verdichtet und fliessen durch den Alkoholometerständer I ab.

Beim Betriebe lässt man den vergohrenen Saft aus dem Hochreservoir durch das Trichterrohr J bei J′ unten in den äusseren Raum des Condensators treten. Die Flüssigkeit erfüllt diesen ganz und steigt, da der Deckel hermetisch verschlossen ist, durch das Rohr K bei e′ in den Saftraum des Dephlegmators, erfüllt auch diesen und fällt dann bei weiterem Einströmen durch das erst abwärts, dann wieder aufwärts gebogene Rohr m m′ auf die Platte der vierten Abtheilung der Colonne, um dann sich durch deren Abflussrohr auf die Platten der folgenden Abtheilung und endlich in die Blase zu ergiessen. Man lässt den Saft so lange fliessen, bis die Blase A genügend gefüllt ist, was man an einem Austritt von Saft durch das Rohr a erkennt. Alsdann wird der Inhalt der Blase zum Sieden erhitzt. Die Dämpfe steigen in die einzelnen Abtheilungen der Colonne, erwärmen deren Inhalt zum Sieden, gehen in den Dephlegmator, werden hier anfangs vollständig, später theilweis verdichtet und gelangen endlich in den Condensator. Der Theil des Destillates, welcher im Dephlegmator verdichtet wird, wird in den drei, nicht mit anderweitiger Flüssigkeit gefüllten Abtheilungen der Colonne rectificirt. Der richtige Weg ist den Dämpfen, wie der Flüssigkeit durch die Aufwärtsbiegung der Röhren m m′ und der Abflussröhre des Dephlegmators vorgeschrieben.

Wenn bei fortgesetztem Sieden der Inhalt der ersten Blase abgetrieben ist, so lässt man von neuem vergohrene Flüssigkeit durch J zufliessen. Diese verdrängt die im Condensator erwärmte Flüssigkeit in den Kühlraum des Dephlegmators, diese von da in die Colonne u. s. f. Man lässt dann den Zulauf der Flüssigkeit ununterbrochen vor sich gehen, wodurch in dem Maasse wie dieses geschieht ein entsprechender Theil des Inhalts der Blase A durch das Rohr a abfliesst, wodurch also die Destillation zu einer continuirlichen wird. Man hat dabei die Feuerung und den Zufluss der gegohrenen Flüssigkeit so zu reguliren, dass einerseits immer vollständig abgetriebene Schlempe aus a und genügend gekühlter Spiritus aus J abfliesst.

Nach demselben Princip sind die Apparate construirt, welche in Deutschland gegenwärtig in den Kartoffelspiritusfabriken sich mehr und mehr Eingang verschaffen. Sie weichen von dem CHAMPONNOIS'schen Apparate nur in so fern ab, als man den Abfluss der Schlempe nicht continuirlich, sondern intermittirend macht, dadurch dass man zwei über einander befindliche durch Dampf geheizte Blasen einschaltet, wie beim Apparat CELLIER-BLUMENTHAL. Die vergohrene Maische fliesst ununterbrochen oben zu, bis die zweite Blase gefüllt ist, es wird dann die erste, welche mittlererweile abgetrieben ist, entleert und der Inhalt der zweiten in die erste durch Oeffnen eines Ventils übergeführt. Die dickere Beschaffenheit der Maische macht es ferner nothwendig, dass die Abflussröhren der einzelnen Abtheilungen verhältnissmässig weit sind, um Verstopfungen derselben vorzubeugen. Endlich hat man die oberen rectificirenden Abtheilungen der Colonne beträchtlich vermehrt und die Oberfläche des Dephlegmators vergrössert, um gleich einen möglichst starken und reinen Spiritus zu erhalten.

16. Rectification des Spiritus.

Die mit den vorstehend beschriebenen Apparaten gewonnenen alkoholischen Flüssigkeiten enthalten ausser wechselnden Mengen von Alkohol und Wasser, verschiedene, meist übelriechende Beimengungen von fremden Alkoholen, Aethern etc. Man trennt dieselben vom Alkohol und macht diesen zugleich wasserärmer, indem man die Flüssigkeiten in entsprechenden Apparaten der Rectification unterwirft. Da aber diese Oele — wie wir sie kurz bezeichnen wollen — die Eigenschaft haben mit Alkoholdämpfen sich leicht zu verflüchtigen, so verdünnt man die zu destillirende Flüssigkeit beträchtlich mit Wasser, so dass man zuerst einen nur verhältnissmässig wenig Alkohol, dagegen viel Wasser enthaltenden Dampf erzeugt, der dann im weiteren Verlauf im Apparat sein Wasser verdichtet und dadurch zu concentrirtem Alkohol, Sprit wird. Aber selbst bei solcher Destillation erhält man nur dann ein feines Product, wenn man die einzelnen Theile des Destillates für sich getrennt gewinnt, einen, die flüchtigsten Bestandtheile enthaltenden Vorlauf absondert, und ebenso das zuletzt Uebergehende als Nachlauf getrennt auffängt. Zweckmässig würde es sogar sein, wenn man die Destillation unterbräche, ehe dieser Nachlauf kommt und sie in einem besonderen, nur für diesen Zweck bestimmten Apparate zu Ende führte, um dadurch zu verhindern, dass die zuletzt in grosser Menge destillirenden Oele die Wände und inneren Theile des Rectificationsapparates verunreinigen, da diese hier sich sammelnden Materien das nachfolgende Destillat in seiner Qualität beeinträchtigen können.

Die bei der Rectification zurückbleibende Flüssigkeit, ist namentlich wenn Kartoffel-, Korn-, Melassen-, Treber-Spiritus verarbeitet wird, reich an den Oelen, welche, von dem Alkohol in Lösung gehalten, sich nach der Entfernung des Alkohols als ölige Schicht von der Flüssigkeit absondern und gewonnen werden können, um manchen technischen Zwecken zu dienen.

Selbst die verschiedenen Weine enthalten sämmtlich, ausser dem Glycerin und der Bernsteinsäure, die in allen gegohrenen Flüssigkeiten vorkommen, verschiedene, bei der Rectification zu gewinnende Oele in geringer Menge. Man kann dieselben aus allen gegohrenen Säften von Aepfel, Birnen, Kirschen, Zuckerrohr etc. durch Destillation absondern.

Einzelne dieser Oele, aber nur wenige derselben sind bis jetzt näher studirt.

Das bekannteste derselben ist das sog. Kartoffelfuselöl, der Amylalkohol $C_5H_{12}O = C_{10}H_{12}O_2$, welcher in reichlichster Menge im rohen Kartoffelspiritus, ausserdem aber auch im Wein und verschiedenen anderen gegohrenen Flüssigkeiten vorkommt. Der Amylalkohol ist in reinem Zustande eine ölige Flüssigkeit von 0,818 spec. Gewicht, die bei niederer Temperatur — 23 ° krystallinisch erstarrt, bei 132 ° siedet und eine Dampfdichte von 3,12 hat.

Der Wein und der aus Weintrestern erzeugte Spiritus geben bei der Rectification eine ölige Flüssigkeit, die vorzugsweise aus dem Aethyl-Aether der Oenanthsäure besteht. Die freie Säure entspricht ihrer Zusammensetzung nach der Formel

$$\left.\begin{matrix} C_7H_{13}O \\ H \end{matrix}\right\} O = C_{14}H_{14}O_4$$

Die Aethylverbindung der Formel

$$\left.\begin{matrix} C_7H_{13}O \\ C_2H_5 \end{matrix}\right\} O = \left.\begin{matrix} C_{14}H_{13}O_2 \\ C_4H_5 \end{matrix}\right\} O_2$$

Beide, die Säure wie der Aether sind in reinem Zustande ölige Flüssigkeiten, bei niederer Temperatur erstarrend, sie charakterisiren sich durch höchst unangenehmen Geruch. Sie sind in Wasser unlöslich, in Alkohol aber leicht löslich. Die Säure siedet bei 212 ° wird dabei aber schon zum Theil zersetzt, der Aether hat einen noch höheren Siedpunkt. Beide sind leichter als Wasser.

Diese Verbindungen sind es nicht, welche den verschiedenen Weinen, dem Branntwein, dem Rum, dem Kirschwasser ihren eigenthümlichen Wohlgeschmack und Aroma ertheilen. Ebensowenig ist es allein der Amylalkohol, welcher dem Kartoffel-, Rüben-, Kornspiritus den diesen Flüssigkeiten charakteristischen Geruch giebt. Das Bouquet der

Weine und der eigenthümliche Geruch und Geschmack jener gegohrenen Flüssigkeiten ist auf verschiedene flüchtige Verbindungen zurückzuführen, von denen manche in Wasser löslich sind und aus den vegetabilischen Substanzen, welche jene Gährungsproducte liefern, ausgezogen werden können.

Die Möglichkeit der Abscheidung aller dieser Substanzen aus dem Spiritus beruht auf der verschiedenen Temperatur, welche erforderlich ist, um dieselben in Dampf zu verwandeln. Der Alkohol siedet bei 78°, das Wasser bei 100°, die meisten der Öle bei 130°, 150° oder bei noch höheren Temperaturen, einige Verbindungen haben einen Siedpunkt, der weit unter dem des Alkohols liegt.

17. Rectifications-Apparate.

Die jetzt allgemein angewandten Rectificationsapparate sind dem Destillationsapparat Cellier-Blumenthal ähnlich. Einer derselben ist in Fig. 2 Taf. XXXVIII abgebildet.

A ist die Blase von einem Inhalt von 30, 50 selbst 60 Hectoliter. Die Grösse der Blase und ihr beträchtlicher Inhalt lässt das Destillat am besten und am vortheilhaftesten nach seinen verschiedenen Qualitäten trennen, bei kleinem Inhalt der Blase würde dieses nicht in gleichem Maasse ausführbar sein. In der Blase endet das Dampfrohr e in einem Brausenkopf, um den Dampf frei einströmen zu lassen, oder in einer Dampfspirale, um indirect zu erhitzen. Das Rohr d dient zum Ablassen der erschöpften Flüssigkeit, a zum Zufluss des verdünnten Spiritus, a' ist ein Lufthahn, zugleich Probehahn, um am Schluss der Destillation zu prüfen, ob die Dämpfe noch alkoholhaltig sind, das Rohr b zeigt das Niveau der Flüssigkeit im Apparat. Die Dämpfe treten aus der Blase durch das Rohr e in die Colonne B, während die dort verdichtete Flüssigkeit durch t in die Blase zurückfliesst.

Die Colonne B B' besteht aus 10 Abtheilungen mit 18 Platten ganz ähnlich wie bei dem oben S. 539 beschriebenen Apparate. Von der obersten Abtheilung der Colonne gehen die Dämpfe durch das Rohr C C zu dem doppelten Dephlegmator, welcher aus zwei übereinander, in demselben Gefäss liegenden Schlangenröhren besteht. Die obere Schlangenröhre C'' endigt in der Vorlage D, von deren Boden das abwärtsgehende unten wieder aufwärts gebogene Rohr D' alle Flüssigkeit, welche in dem ersten Schlangenrohr verdichtet ist, in die dritte obere Abtheilung der Colonne zurückführt, um hier von neuem rectificirt zu werden. Der obere Theil der Vorlage D ist durch das gebogene Rohr D'' mit dem zweiten unteren Schlangenrohr E verbunden. Es werden daher die im oberen Schlangenrohr nicht verdichteten Dämpfe,

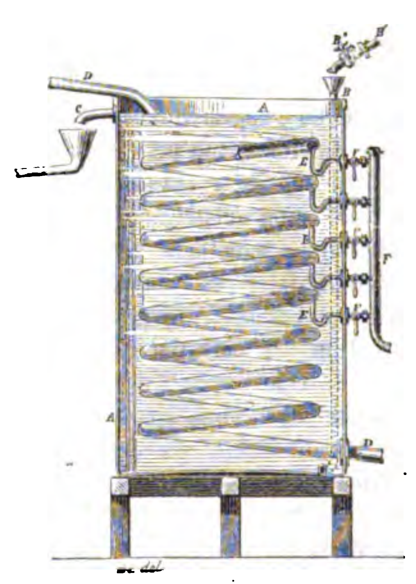
nachdem sie in der Vorlage D von der Flüssigkeit getrennt sind, hier einer zweiten Dephlegmation unterworfen. Das Schlangenrohr E endet in der zweiten Vorlage E′ in welcher wieder eine Scheidung des nunmehr sehr alkoholreich gewordenen Dampfes von der condensirten Flüssigkeit vorgenommen wird. Der Dampf entweicht durch das Rohr E″ und tritt bei E‴ in das Schlangenrohr F des Condensators, um hier vollständig verdichtet zu werden, während die schon alkoholreiche Flüssigkeit von der zweiten Vorlage des Dephlegmators durch das gebogene Rohr f f′ in die oberste Abtheilung der Colonne zurückgeführt wird. Man sieht, dass auf diese Weise die in den verschiedenen Theilen des Dephlegmators gebildeten Flüssigkeiten je nach ihrem Alkoholgehalt verschiedenen Stellen der Colonne zugeführt werden; die erste noch verhältnissmässig wasserreiche wird in die dritte Abtheilung geleitet, hier wird der Alkohol durch den von unten aufsteigenden Dampf wieder verdampft, er hat noch die über ihm befindliche zweite und erste Abtheilung zu passiren, wo aus ihm durch Wärmeabgabe der grössere Theil des mitverdampften Wassers entzogen wird, während die alkoholreichere Flüssigkeit nur einmal in der obersten Abtheilung rectificirt wird.

Das untere Ende der Condensator-Schlangenröhre ist durch das Rohr G mit dem Alkoholometerständer H verbunden, von dessen Abflussrohr das Destillat sich in den Trichter h ergiesst und von da durch die Röhren h′ h″ h‴ zu den Reservoirs H′ H″ H‴ geleitet wird, von denen das eine zur Aufnahme des Vorlaufs, das andere für den Feinsprit, das dritte für den Nachlauf bestimmt ist.

Will man die Concentrirung des Spiritus noch weiter treiben, so kann man den oberen Theil des Schlangenrohrs im Condensator noch als Dephlegmator wirken lassen, indem man die in den Fig. 112 u. 113 dargestellte Vorrichtung daran anbringt. In dem mit A bezeichneten Condensator liegt das Schlangenrohr D D, in dessen oberen Windungen der wässerigere Theil des Destillates verdichtet wird. Setzt man an die tiefste Stelle jeder Windung ein Rohr E an, so kann man mittelst desselben alles hier verdichtete nach aussen in das Rohr F ableiten. Je nachdem man einen oder mehrere der die Röhren E verschliessenden Hähne öffnet, hat man es dann in seiner Gewalt, dem Spiritus fast jeden beliebigen Grad von Stärke zu geben. Das Rohr F muss dann die verdichtete Flüssigkeit wieder oben in die Colonne zurückführen, um sie hier von neuem zu rectificiren. Das Kühlwasser fliesst durch ein unten, seitlich angebrachtes Rohr B, durch den Hahn B′ von der Röhrenleitung B″ kommend in den Condensator, steigt, all-

mälig wärmer werdend zwischen den Windungen der Schlangenröhre in die Höhe und fliesst bei e am oberen Theile des Kühlfasses ab.

Bei dem auf Tafel XXXVIII dargestellten Apparat kommt das Kühlwasser aus dem Reservoir d, sein Zufluss wird durch den Hahn J und die mit Kurvel versehene Seilscheibe J' von unten regulirt. Es tritt durch das Trichterrohr K K' in den unteren Theil des Condensators F,



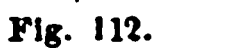


Fig. 112.

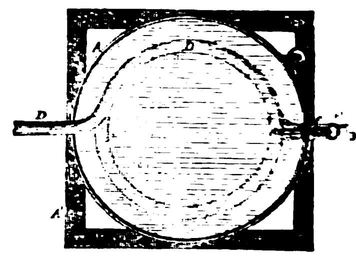


Fig. 113.

steigt in diesem in die Höhe und wird dann durch den Druck der in dem Trichterrohre stehenden Wassersäule durch das Rohr L in den Dephlegmator getrieben, um von hier durch L in ein Heisswasserreservoir geleitet zu werden, oder abzufliessen.

Die getrennte Auffangung und Sammlung des Vorlaufs, des Feinsprits und des Nachlaufs bewirkt man zweckmässig durch geeignete Verbindung des Alkoholometerständers mit Leitungsröhren wie in Fig. 114 dargestellt ist. Das untere Ende des vom Condensator kommenden Schlangenrohrs ist mit einem Röhrchen versehen, durch welches die im Apparate befindliche Luft, und flüchtigste, nicht condensirbare Producte in ein, ausserhalb des Raumes frei mündendes Rohr A' geführt werden, während die Flüssigkeit sich, wie die Zeichnung darstellt, in den inneren Cylinder ergiesst, in welchem der Alkoholometer schwimmt, das Destillat fliesst über den Rand des inneren Cylinders, hebt je nach seinem Gehalte an Alkohol den Alkoholometer mehr oder

weniger, so dass dieser zu jeder Zeit den Gehalt des augenblicklich kommenden Destillates erkennen lässt, und fliesst so in den äusseren Cylinder B über. Dieser hat ein Abflussrohr, welches mit einem beweglichen, gebogenen kupfernen Rohr verbunden ist. Lässt man das gebogene Rohr eine horizontale Drehung machen, so trifft es entweder die Oeffnung der Röhrenleitung b′ oder eine Oeffnung der Röhrenleitung b″, oder endlich eine entsprechende Oeffnung der Röhrenleitung b‴, von denen jede ihrerseits in die für die verschiedenen Zwecke bestimmten Reservoirs führt. ianz auf gleiche Weise kann nan mehrere Rectificationsıpparate durch dieselben öhrenleitungen mit ihren ntsprechenden Reservoirs erbinden, wie in Fig. 115 nd 116 dargestellt ist. Die ebeneinander liegenden drei öhren A gehören eben so ielen selbständigen Rectifiıtionsapparaten an, jedes rselben lässt die Luft ırch das allen gemeinsame ıhr A′ entweichen. Jedes ıhr geht in einen besonren Alkoholometerständer C′ D. Vor diesen liegt Röhrenleitung b′ c′ d′, lche beispielsweise zum rlaufreservoir führen möge, ner b″ c″ d″, welche im nsprit - Reservoir endige, l endlich b‴ c‴ d‴ dazu timmt den Nachlauf auf-

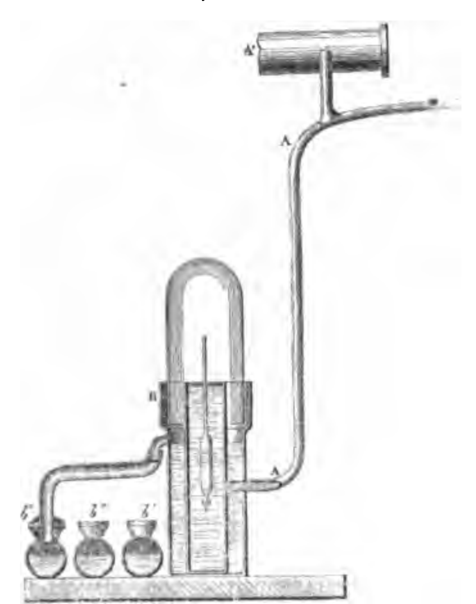


Fig. 114.

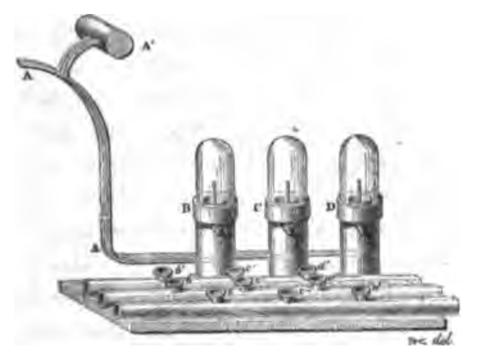


Fig. 115.

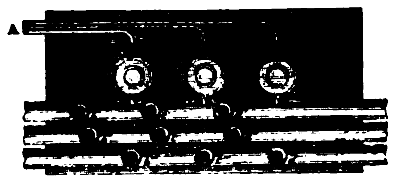


Fig. 116.

zunehmen. Nehmen wir nun an, dass der erste Apparat, dessen Alkoholometerständer B sei, im Anfang der Destillation begriffen sei, so wird man das gebogene Rohr am Abfluss des Alkoholometerständers auf die Oeffnung b' bringen, sobald der Alkoholometer zeigt, dass Feinsprit kommt, genügt die kleinste Drehung des Rohres um es über die Oeffnung b'' der Feinspritleitung zu bringen u. s. f. Es liefere der zweite Apparat in derselben Zeit Feinsprit, der Alkoholometerständer C wird dann durch entsprechende Drehung des Abflussrohres mit der Oeffnung d'' verbunden sein und später, wenn der Nachlauf zu fliessen beginnt, durch eine kleine Drehung des Abflussrohres mit der Oeffnung d''' der Nachlaufleitung verbunden werden. In welchem Stadium der Destillation daher auch jeder Apparat begriffen sei. man kann immer auf leichteste Weise und ohne jeglichen Verlust, unter Controle des Alkoholometers, jedes einzelne Destillat seinem bestimmten Orte zuführen. Zweckmässiger Weise bringt man in jedem Spiritus-Reservoir einen Schwimmer an, deren Gegengewicht sich in unmittelbarster Nähe der Alkoholometerständer auf einer Skala bewegt, um zu jeder Zeit den Stand der Flüssigkeit in den einzelnen Reservoirs leicht beobachten zu können.

Die Rectification wird derartig ausgeführt, dass man die Blase A mit verdünntem Spiritus von 49—50° füllt und Dampf einströmen lässt. Gleichleitig füllt man den Condensator F und den Dephlegmator E mit kaltem Wasser. Anfangs werden alle Dämpfe in der Colonne und in den Dephlegmatoren condensirt und füllen so die einzelnen Abtheilungen der Colonne, wodurch die Gesammtmenge der flüchtigsten, den Vorlauf bildenden Bestandtheile sich in den obersten Abtheilungen der Colonne sammeln. Nach und nach erwärmt sich das Wasser im Dephlegmator, die Dämpfe werden dort nicht mehr vollständig verdichtet, es beginnt die Destillation. Gleichzeitig öffnet man dann den Wasserhahn, welcher den Condensator mit kaltem Wasser versieht und regulirt den Zufluss desselben so, dass die Temperatur im oberen Theile des Dephlegmators 50° zeigt. Diese Temperatur liegt um 28° unter dem Siedpunkt des Alkohols, man würde daher hier schon eine fast vollständige Condensation erzielen, wenn der Alkoholdampf längere Zeit mit den Wandungen des Dephlegmators in Berührung wäre. Der Dampfzustrom in der Blase wird aber so regulirt, dass der Alkoholdampf massenhaft erzeugt wird und selbst nachdem in der Colonne schon ein grosser Theil desselben condensirt ist, doch immer noch mit so grosser Schnelligkeit durch den Dephlegmator hindurchgeht, dass seine Temperatur allerdings erniedrigt wird, ohne aber so weit zu sinken, dass völlige Condensation einträte. Je nach dem Zustrom des

Dampfes in der Blase und je nach dem Zufluss des Kühlwassers in dem Dephlegmator kann man demnach die Stärke des Sprits bei der Rectification reguliren und über diese giebt jederzeit der Alkoholometer, welcher in dem ablaufenden Spiritus schwimmt, die sicherste Auskunft. In gut eingerichteten Spritfabriken ist immer die Anordnung so getroffen, dass die Alkoholometerständer in der Nähe des Dampfventils sich befinden und dass zugleich von hier der Wasserhahn zu erreichen ist, so dass man den Alkoholometer beobachtend, sofort sowohl Dampf- wie Wasserstrom reguliren kann.

Ist im Anfang der Destillation der Vorlauf beseitigt, so destillirt zuerst ein Feinsprit von 96°, dieser wird so lange in das dafür bestimmte Reservoir gelassen, bis seine Stärke auf etwa 90° herabgeht, oder bis das dann kommende nicht mehr den angenehmen Geruch zeigt, den man vom Feinsprit verlangt. Es kommt dann der etwas fuselige Nachlauf, den man besonders auffängt. Häufig trennt man auch diesen noch in zwei Theile, von denen man den ersten, nur wenig fuseligen zur Darstellung eines ordinären Branntweins verwendet, während der Rest des Nachlaufs von neuem rectificirt wird. Die Operation ist beendet, sobald eine Probe des aus dem Hahne a in ein kleines Schlangenrohr abgeleiteten Dampfes keinen Alkoholgehalt mehr zeigt, man entleert dann die Blase von ihrem wässrigen Inhalt, worin der grösste Theil des Fuselöls concentrirt ist.

Bei der Rectification verdampft immer ein gewisser Theil des Fuselöls, wird aber zum ganz überwiegenden Theil gleich in den unteren Abtheilungen der Colonne verdichtet und fliesst so beständig in die Blase zurück, um dann, so lange die Rectification dauert, immer wieder von neuem verdampft zu werden. Man hat, um diesen Theil des Fuselöls abzuscheiden, die Einrichtung getroffen, welche in Fig. 117 dargestellt ist, und durch welche man in Stand gesetzt ist die von der Colonne kommende Flüssigkeit entweder in die Blase zurück oder nach aussen abfliessen zu lassen. Das von der letzten Platte der Colonne kommende Rohr D E mündet nicht unmittelbar in der Blase A, sondern

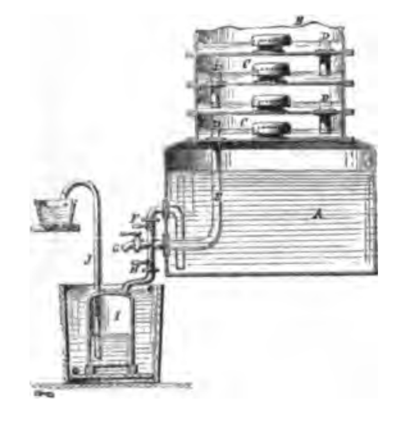


Fig. 117.

ist zunächst durch die Wandung derselben nach aussen geführt, hier verzweigt es sich in drei Röhren, welche durch Hähne F, G, H ver-

schliessbar sind. Die eine der Verzweigungen kehrt in die Blase zurück, schliesst man die Hähne G und H und öffnet man F, so leitet man damit die von der Colonne kommende Flüssigkeit in die Blase, während sie wenn F und G geschlossen ist, sich in den, mit kaltem

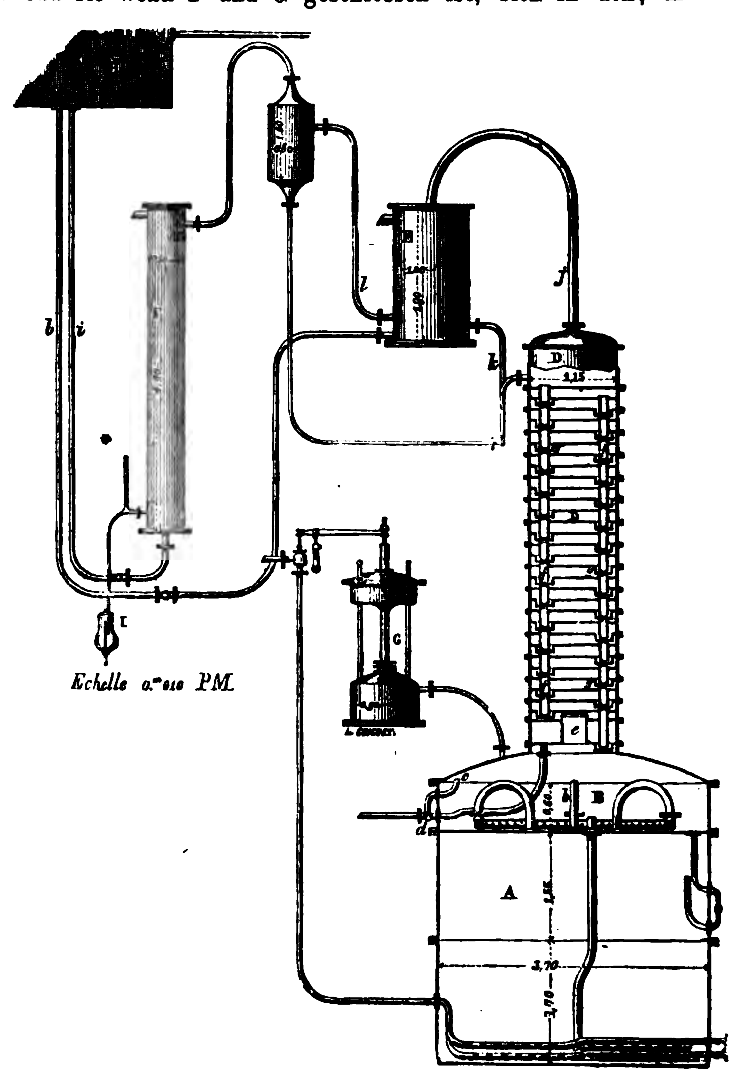


Fig. 118.

Wasser umgebenen Behälter I ergiesst und dann durch den eignen Druck durch das Steigrohr J abgeleitet wird. Ist dagegen F und H geschlossen, so kann man alles direct nach aussen entleeren, wie es z. B. bei einer Reinigung des Apparats erwünscht ist.

18. Savalle's Rectificationsapparat.

Derselbe ist in Fig. 118 dargestellt und besteht aus folgenden Theilen:

A B Doppelblase mit ihren Dampfschlangen.

D Colonne bestehend aus einer grossen Anzahl von siebförmig durchlöcherten Platten, auf welchen die condensirte Flüssigkeit sich sammelt, während die von unten aufsteigenden Dämpfe durch die Sieblöcher dringen und so die darüber stehende Flüssigkeit durchstreichen. Das Niveau der Flüssigkeit auf den Platten wird durch die Abflussröhren f regulirt, von denen jede in einer Vertiefung g der unteren Siebplatte endigt.

E röhrenförmiger Dephlegmator.

F Röhrencondensator.

H Kaltwasserreservoir.

J Alkoholometerständer.

Der Apparat functionirt auf folgende Weise:

Der untere Theil A der Blase wird mit verdünntem Rohspiritus gefüllt, worauf man Dampf in das Schlangenrohr eintreten lässt, um den Inhalt der Blase rasch zum Sieden zu bringen. Die alkoholischen Dämpfe steigen durch das Rohr b in die obere Abtheilung B der Blase, erfüllen diese und gelangen durch das Rohr e weiter in die Colonne.

Man öffnet dann den Wasserhahn b, um den Dephlegmator E zu füllen. Die Dämpfe, welche aus der Colonne entweichen, werden dadurch im Dephlegmator verdichtet und fliessen durch das Rohr k in die Colonne zurück, um nach und nach sämmtliche Siebplatten derselben zu füllen; ist dies geschehen, so mässigt man den Wasserzufluss, durch theilweisen Verschluss des Hahnes b so weit, dass im Dephlegmator nur etwa zwei Drittel des dahin gelangenden Dampfes verdichtet wird.

Diese zwei Drittel des condensirten Dampfes kehren als alkoholige Flüssigkeit in die Colonne zurück, fliessen nach einander über die sämmtlichen Siebplatten derselben, geben an den sie hier durchströmenden Dampf immer mehr Alkohol ab, bis dann endlich eine schon sehr wenig Alkohol, aber viel Fuselöl enthaltende Flüssigkeit am Fuss der Colonne ankommt, um durch das Rohr d c in die obere Abtheilung der Blase geleitet, oder aber ganz abgeführt zu werden.

Die im Dephlegmator nicht verdichteten Dämpfe gehen zunächst in eine kleine Vorlage, scheiden daselbst noch eine geringe Menge von Flüssigkeit ab, die mit der vom Dephlegmator kommenden zusammen in die Colonne geleitet wird, und entweichen dann in den Condensator F wo sie völlig abgekühlt werden.

Eigenthümlich diesem Apparate ist der in G dargestellte Theil, ein automatischer Regulator, welcher es gestattet, den Dampfdruck in der Heizschlange genau zu reguliren. Die Construction der Colonne bringt es mit sich, dass im Apparat stets ein gewisser Druck herrscht, der erhalten werden muss, wenn die Destillation überhaupt vor sich gehen soll, der aber auch nicht überschritten werden darf. Dieser durch die Alkoholdämpfe ausgeübte Druck ist natürlich abhängig von der Menge von Wasserdampf, welche man in die Heizschlange einströmen lässt. Es benutzt nun Savalle bei der Construction seines Regulators den im Innern des Apparates herrschenden Druck um diesen die Zuströmung des Dampfes reguliren zu lassen.

In die Dampfzuleitung ist ausser dem Hauptventil ein zweites Ventil eingeschaltet, dessen Körper (Fig. 119) eine solche Weite hat,



Fig. 119.



Fig. 120.

dass für den normalen Betrieb genügend Dampf durchgeht, wenn das Piston (Fig. 120) zur Hälfte seiner maximalen Höhe gehoben ist. Auf das Piston dieses Ventils wirkt der in Fig 121 dargestellte Regulator.

Der untere theilweis mit Wasser gefüllte Raum A des Regulators communicirt durch das Rohr F mit dem Innern der zweiten Abtheilung der Blase, wie aus Fig. 118 deutlich zu ersehen ist, so dass der Druck, welcher im Innern der Blase herrscht, sich auf den Raum A des Regulators fortpflanzt und dem entsprechend einen Theil des Wassers in das Steigrohr B und den oberen Raum B des Regulators treibt. In diesem befindet sich der grosse Schwimmer C, der entsprechend dem höheren Stande der Flüssigkeit in B gehoben wird oder sinken muss. Der Schwimmer trägt an seinem höchsten Punkte eine vertikale

Stange, die an dem äussersten Ende des langen Armes des Hebels D befestigt ist, während der kurze Arm des Hebels mittelst einer Schraube mit dem Piston des Ventiles E verbunden werden kann.

Das Spiel dieses Regulators erklärt sich hiernach von selbst. Bei Beginn der Destillation hebt man das Piston des Regulator-Ventils

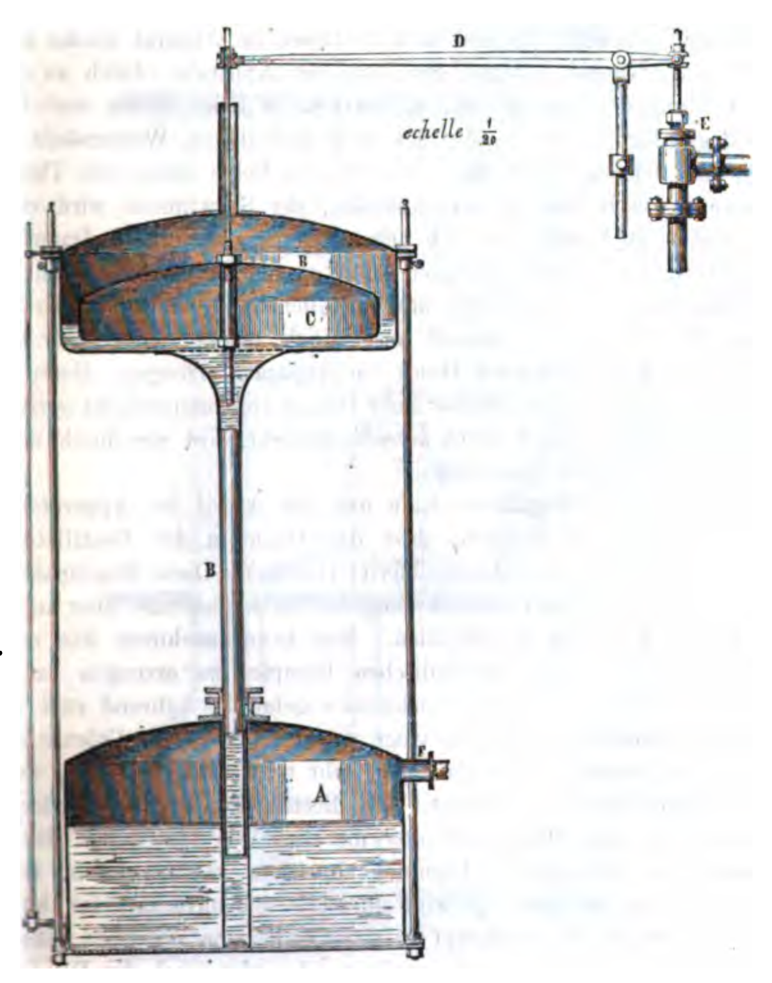


Fig. 121.

bis zu seinem höchsten Punkt und regulirt den Dampfzustrom durch das Hauptventil. Sobald der Druck im Apparat die grösste Höhe erreicht hat, befestigt man das Piston des Regulator-Ventils in solcher Höhe an dem kurzen Arme des Hebels D, dass das Piston die Ventilöffnung zur Hälfte verschliesst. Die geringste Veränderung des Druckes in

der Blase wird sich dann sofort beseitigen. Steigt durch irgend einen Umstand der Druck im Apparate, so wird in Folge dessen mehr Wasser von A nach B im Regulator getrieben, der Schwimmer wird dadurch gehoben, der Hebel D aus seiner Lage gebracht, das an dem kurzen Arme desselben befestigte Piston wird abwärts gedrückt, der Dampfzustrom wird entweder gemindert oder für so lange ganz zum Stillstand gebracht, bis der normale Druck im Apparat wieder hergestellt ist. Nimmt dagegen der Druck im Apparate, durch zu grosse Verdichtung der Dämpfe ab, so herrscht in Folge dessen auch bei A im Regulator ein Druck, der der in B befindlichen Wassersäule nicht mehr das Gleichgewicht hält. Es wird in Folge dessen ein Theil des Wassers von B nach A zurückfliessen, der Schwimmer wird sinken, das Piston im Ventil wird sich heben und es strömt mehr Dampf vom Kessel zu. Es braucht hiernach kaum noch erwähnt zu werden, dass der Regulator somit auch die unvermeidlichen Schwankungen der Spannung des Dampfes im Kessel unschädlich macht. Geringerer Druck im Kessel wird geringeren Druck im Apparate erzeugen, dieser lässt dann aber durch den Regulator mehr Dampf von entsprechend geringerer Spannung zuströmen, wodurch dasselbe erreicht wird wie durch weniger Dampf von höherer Spannung.

Mittelst des Regulators kann man die Arbeit des Apparates derartig gleichmässig machen, dass das Quantum des Destillates per Stunde nicht um einen Liter differirt (Payen). Diese Regelmässigkeit der Production ist der am schwierigsten zu erreichende, aber auch der wichtigste Theil der Rectification. Man kann annehmen, dass man in der Blase drei Theile alkoholischen Dampfes zu erzeugen hat, von denen ein Theil bis in den Condensator gelangt, während zwei Theile vorher verdichtet werden, um einer neuen Arbeit in der Colonne unterworfen zu werden. Dies ist aber sehr schwer zu erreichen, da jede Unregelmässigkeit im Betriebe des Rectificationsapparates oder jede Veränderung des Dampfzustromes merklich auf die Menge des zum Condensator gelangenden Dampfes einwirken muss. Ist z. B. der Dampfzustrom zu gross, so wird einerseits, bei unveränderter Dephlegmirung, zu viel Wasserdampf in den Condensator gelangen, das Product wird zu schwach, andererseits werden aber auch die Dämpfe der Fuselöle dann nicht genügend condensirt werden, das Destillat wird unrein. Wird andererseits zu wenig Dampf in die Heizschlange gelassen, so dass z. B. ein Drittel Dampf zu wenig in der Blase erzeugt wird, so wird in der Colonne und im Dephlegmator alles verdichtet werden, der Abfluss des Spiritus ganz unterbrochen werden, das während dieses Stillstandes verbrauchte Brennmaterial ist verschwendet.

die Arbeit verzögert. Alle diese Uebelstände werden durch den automatischen Regulator beseitigt.

Nach ganz gleichem Princip wie seinen Rectificationsapparat construirte SAVALLE den in Fig. 122 dargestellten Apparat zur Destilla-

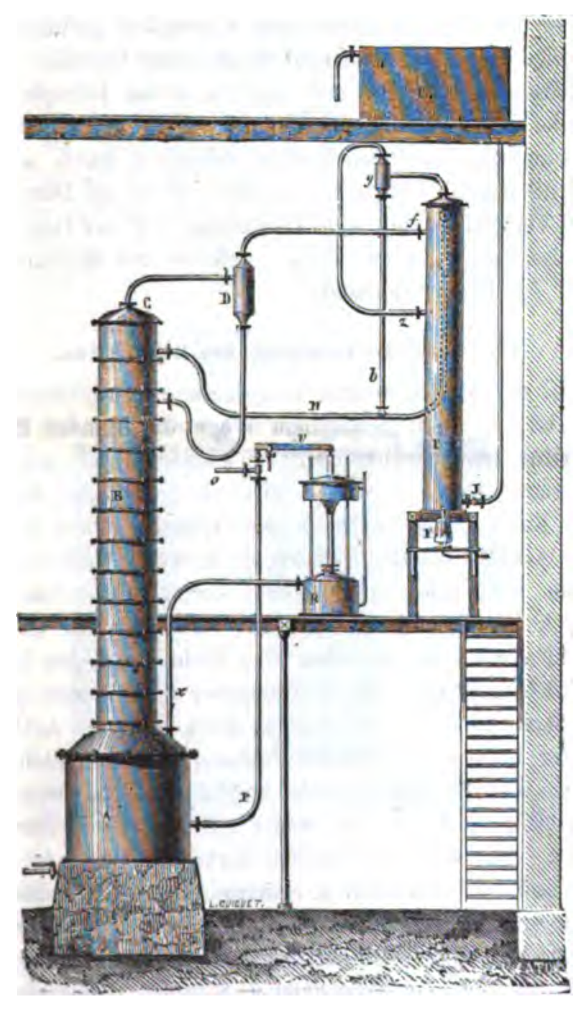


Fig. 122.

tion gegohrener Flüssigkeiten. A ist die Blase, welche die aus zahlreichen Siebplatten gebildete Colonne B trägt, die Platten sind hier mit der zu destillirenden Flüssigkeit bedeckt, welche oben eintritt, um beim Hinabfliessen von einer Platte zur anderen durch den aus vielen

Löchern hindurchströmenden Dampf erhitzt und destillirt zu werden, wobei sie immer ärmer an Alkohol wird. Der Dampf entweicht bei C und wird in die Vorlage D geführt, wo fortgerissene Flüssigkeitstheile abgesondert und durch das gebogene Rohr in eine der oberen Abtheilungen der Colonne zurückgeleitet werden. Der Dampf tritt durch das Rohr f in den mit der gegohrenen Flüssigkeit gefüllten Condensator E, der hier also als Vorwärmer wirkt. Das Destillat fliesst bei F in den Alkoholometerständer und von da in das Rohspiritusreservoir. Die gegohrene Flüssigkeit gelangt durch J in den Condensator und fliesst erwärmt vom höchsten Punkte desselben durch das gebogene Rohr n auf die oberste Platte der Colonne, R ist der Dampfdruckregulator, O die Verbindung mit dem Dampfkessel, P das Dampfzuleitungsrohr der Heizschlange, x das Rohr, welches den Regulator mit dem oberen Theil der Blase verbindet.

19. Chemische Reinigung des Rohspiritus.

Die Zahl der Mittel, welche vorgeschlagen, empfohlen und patentirt worden ist, um auf chemischem Wege die fremden Bestandtheile des Rohspiritus abzuscheiden oder zu zerstören, ist ausserordentlich gross. Meistens sind es oxydirend wirkende Substanzen, wie Chlorkalk, chromsaures Kali, Eisenchlorid, Kupferoxydsalze, diese zerstören aber leichter den Alkohol als die fremden, d. h. weit stabileren Substanzen und erzeugen dabei aus dem Alkohol Verbindungen von denen sich manche durch Wohlgeruch auszeichnen, deren Geruch dann den der Fuselöle wohl verdecken, dieselben aber nicht beseitigen kann. Alkalien, Kali, Natron, Kalk, oder kohlensaures Kali können gewisse Säuren von unangenehmem Geruch binden, auch wohl die Aether mancher Säuren, unter Bindung der Säuren, zersetzen, auch Aldehyd theilweis zerstören, sie können aber niemals Amylalkohol und derartige fremde Alkohole beseitigen, da sie sich weder mit denselben verbinden, noch sie verändern. Das einzige, ziemlich wirksame Mittel ist: Filtration des vorher auf 50° verdünnten Spiritus durch Holzkohle und diese wird in allen gut geleiteten, deutschen Raffinerien ausgeführt.

Es dient dazu eine Filterbatterie von im wesentlich gleicher Construction wie die der Zuckerfabriken s. S. 260. Jedes einzelne Filter ist mit frisch geglühter Holzkohle beschickt und wird mit dem verdünnten Spiritus gefüllt. Nach dem Durchgange durch das erste Filter, fliesst er auf das zweite, dritte u. s. f. und kommt dann erst zur Rectification. Wenn die absorbirende Wirkung der Kohle erschöpft ist lässt man den Spiritus am Fusse des Filters abfliessen und lässt Dampf in das Filter einströmen, wodurch der in der Kohle zurück-

gebliebene Alkohol, nebst manchen von der Kohle absorbirten Substanzen, verdampft und in einen besonderen mit den Filtern verbundenen Condensator geführt wird.

Die zurückbleibende Kohle wird in Röhrenöfen geglüht und kann dann von neuem benutzt werden.

20. Englische Destillationsapparate.

In England ist durch Eigenthümlichkeiten des dortigen Besteuerungssystems die Spiritusfabrikation auf wenige, aber in colossalem Umfange arbeitende Etablissements beschränkt. Man verwendet dort zur Destillation der vergohrenen Würzen einen von COFFEY erfundenen Apparat. Derselbe ist in Fig. 123 und 124 dargestellt und besteht aus zwei Colonnen, von denen die erste C der Destillation, die zweite

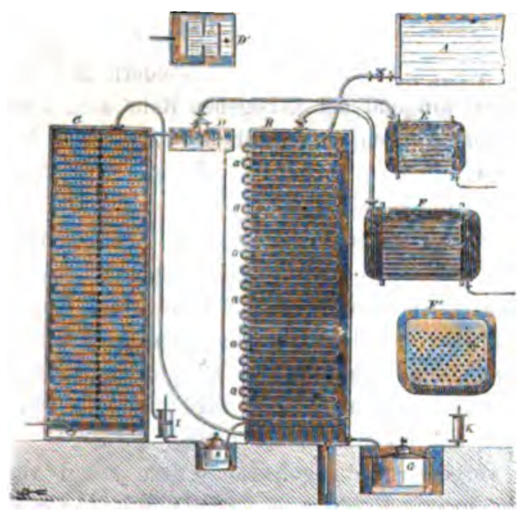


Fig. 123 und 124.

B der Rectification dient. Ferner ist vorhanden ein Dephlegmator D und zwei Condensatoren E F. Die beiden gleich hoch stehenden Colonnen sind aus starken gusseisernen Platten zusammengesetzt und werden durch eiserne Anker zusammengehalten. Sie haben eine Höhe von 13 Meter und reichen durch vier Stockwerke des Fabrikgebäudes.

Die erste Colonne C enthält 38 kupferne Siebplatten, die an den Wandungen der Colonne befestigt sind. Die Colonnen sind viereckig, 6 Meter breit und 4 Meter tief. Die Siebplatten sind 10 Centimeter weniger breit als der innere Raum der Colonne, so dass ein 10 Centimeter breiter Raum frei bleibt durch welchen die Würze abfliessen

und sich von einer Platte auf die andere ergiessen kann. Zu diesem Behufe sind die Platten derartig an den Wandungen der Colonne befestigt, dass die eine Platte immer die eine, die andere Platte die entgegengesetzte Seitenwand der Colonne berührt, wie aus der Zeichnung deutlich hervorgeht; es wird dadurch die Würze theils zickzackförmig sich hin und her bewegend von einer Platte über die andere fliessen, theils durch die feinen Löcher der Platten als Regen von einer Platte auf die andere tropfen. Zwischen je zwei Platten sind an der Seitenwand dicht verschliessbare Mannlöcher angebracht, durch welche das Innere des Apparates gereinigt werden kann.

Am Boden der ersten Colonne tritt das frei in die Flüssigkeit mündende Dampfrohr ein. Oben an der ersten Colonne ist das 12 Centimeter im lichten messende Ableitungsrohr für die Dämpfe angebracht, durch welches diese in die zweite Colonne geführt werden. Diese ist ähnlich eingerichtet wie beim Savalle'schen Apparat, unterscheidet sich jedoch von diesem dadurch, dass die gegohrene Würze sich nicht frei auf die Platten ergiesst, sondern in einem grossen 14 Centimeter weiten, hin und her gebogenen Rohr a a, dessen Kniee der leichteren Reinigung wegen ausserhalb des Apparates befindlich sind, durch die Colonne geführt wird. Die Würze, aus dem Reservoir A kommend, erfüllt dieses Rohr, fliesst in den Windungen desselben herab, bis sie in der untersten Abtheilung der Colonne B ankommt. Hier wird das Würzrohr von dem ganzen Dampfe, der aus der ersten Colonne C kommt, umspült, dieser strömt von Abtheilung zu Abtheilung der Würze entgegen, so dass die gegohrene Flüssigkeit unten sehr stark erwärmt ankommt, während der alkoholische Dampf von Abtheilung zu Abtheilung mehr abgekühlt wird und unter Verdichtung des wässrigen Theiles an Alkohol immer reicher wird.

Die stark vorgewärmte gegohrene Würze steigt vom Fusse der zweiten Colonne in die Höhe, um zunächst durch die Kammern der Vorlage D D' zu cirkuliren und dann sich auf die oberste Platte der ersten Colonne C zu ergiessen. Der Zweck der Vorlage D besteht darin, die flüchtigsten Bestandtheile der gegohrenen Flüssigkeit, welche schon bei der ihr in der zweiten Colonne gegebenen Wärme verdampfen, abzusondern, um dadurch ein reineres Destillat zu erhalten. Es ist daher die Vorlage D durch ein Rohr mit einem besonderen Condensator verbunden.

Die in den Abtheilungen der zweiten Colonne aus dem Dampfe verdichtete Flüssigkeit fliesst in ein kleines Reservoir H, von wo sie durch die während der Destillation in ununterbrochener Thätigkeit be-

findliche Pumpe J beständig auf die oberste Platte der ersten Colonne geschafft wird.

Von dem oberen Ende der zweiten Colonne B tritt der alkoholreiche Dampf in den Röhrencondensator F, der in F′ im Querschnitt gezeichnet ist. Der Condensator ist nach Art der Locomotivkessel construirt. Der Dampf tritt in eine Vorkammer, dann in ein System von 200 Röhren, jede von 3 Centimeter Durchmesser, welche von kaltem, ununterbrochen erneuertem Wasser umgeben sind und fliesst vollständig abgekühlt aus der letzten Abtheilung des Condensators durch den Alkoholometerständer in das Reservoir.

Ein solcher Apparat liefert per Stunde 22 Hectoliter Spiritus von 58°, oder eine äquivalente Menge von 264 Hectoliter 80° Spiritus in 24 Stunden.

21. Belgischer Destillationsapparat.

In den belgischen Spiritusfabriken, wo man eine verhältnissmässig dünne Kornmaische verarbeitet, deren Darstellung oben S. 532 be-

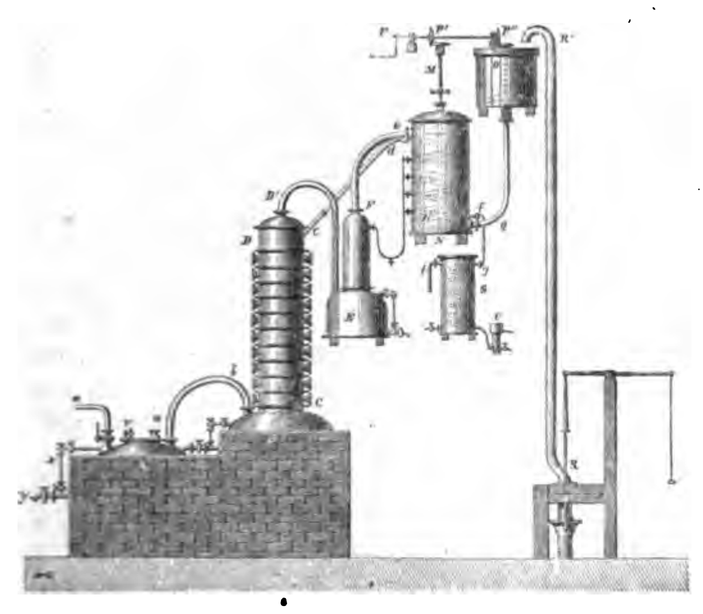


Fig. 125.

·hrieben ist, wendet man zur Destillation den in Fig. 125 dargestellten pparat an. Er besteht, wie der Apparat Laugier, aus zwei terrassenrmig aufgestellten Blasen A B, die entweder durch freies Feuer, oder ·sser durch Dampf geheizt werden können. Im letzteren Falle strömt ·r Dampf durch das Rohr z in die erste Blase, wobei derselbe ent-

weder frei in die Flüssigkeit tritt, oder, unter Anwendung von gespanntem Dampf, in einer Heizschlange cirkulirt. Die Blase hat ausserdem einen Ablasshahn y, einen Wasserstandszeiger x, einen Lufthahn v und ein Sicherheitsventil a. Der Dampf von A tritt durch das gebogene Rohr b in die zweite Blase über und geht von hier in die Colonne C D, deren 10 Abtheilungen mit mit Kappen überstülpten Dampfröhren und weiten Abflussröhren versehen sind. Die sich hier bildenden Dämpfe werden durch das Rohr D′ in den Rectificator E F geführt; E ist eine verhältnissmässig kleine Blase, auf deren Boden das Rohr D′ endigt, sie trägt eine mit Siebböden versehene Colonne F. Von hier gehen die Dämpfe durch das Rohr G in den Dephlegmator H, dessen dephlegmirende Wirkung durch ein mit Abflusshähnen an jeder Mündung versehenes Schlangenrohr ausgeübt wird, nach dem S. 551 beschriebenen Princip. Die hier condensirte Flüssigkeit fliesst in die Colonne F zurück. Die im Dephlegmator nicht verdichteten Dämpfe gehen durch das Rohr f g in den durch ununterbrochen durchströmendes Wasser kalt gehaltenen Condensator S um bei U durch den Alkoholometerständer sich in das Spiritusreservoir zu ergiessen.

Die vergohrene Maische wird durch die Pumpe R und das Steigrohr R′ in das Maischreservoir O geschafft, in welchem ein durch die Kurvel P und das Vorgelege P″ getriebenes Rührwerk befindlich ist, um ein Absetzen der Treber zu vermeiden. Von dort fliesst die Maische durch das Rohr Q von unten in den Dephlegmator ein, wird hier, unter steter durch das Rührwerk M′ und das Vorgelege P′ bewirkter Bewegung, erwärmt und gelangt dann durch das Rohr d c in die oberste Abtheilung der Colonne C D, fliesst dort von einer Platte auf die andere und kommt fast entgeistet in der zweiten Blase an. Die Heizung wird so regulirt, dass jedesmal der Inhalt der ersten Blase in der Zeit abgetrieben ist, welche erforderlich ist um die zweite Blase zu füllen. Der Inhalt der ersten wird dann entleert und der der zweiten in die erste abgelassen.

Die Einschaltung der dritten Blase E mit ihrer Colonne F bezweckt einmal die weitere Rectification der Dämpfe, dann wird aber auch der Werth der Schlempe bedeutend dadurch erhöhet. Es findet von dieser Blase aus kein Rückfluss der condensirten Flüssigkeit statt, es werden daher hier alle Fuselöle, welche während der Destillation in den beiden ersten Blasen und in der Colonne C D verdampft sind, zurückgehalten, wodurch die Schlempe von diesen Bestandtheilen befreit wird.

22. Destillation der Weintrester.

Die bei der Gährung des Weines zurückbleibenden Treber oder Trester, die Schalen, das Mark, die Stengel der Trauben sind von Wein durchdrungen, dessen Alkoholgehalt man durch Destillation zu gute macht. Es dient dazu der in Fig. 126 dargestellte höchst einfache Apparat. A ist eine, von dem Feuerraum B umgebene Blase, die in einem Drittel ihrer Höhe einen aus zwei beweglichen Theilen bestehenden falschen Boden aus durchlöchertem Kupferblech trägt. Der Helm der Blase hat einen hermetisch verschliessbaren Deckel, nach dessen Entfernung der untere Theil der Blase mit Wasser bis zu dem falschen Boden gefüllt wird, worauf die Trester auf diesen Boden gebracht werden. An dem Helm der Blase ist das Dampfrohr D angebracht, welches in das Schlangenrohr E übergeht. Letzteres liegt in

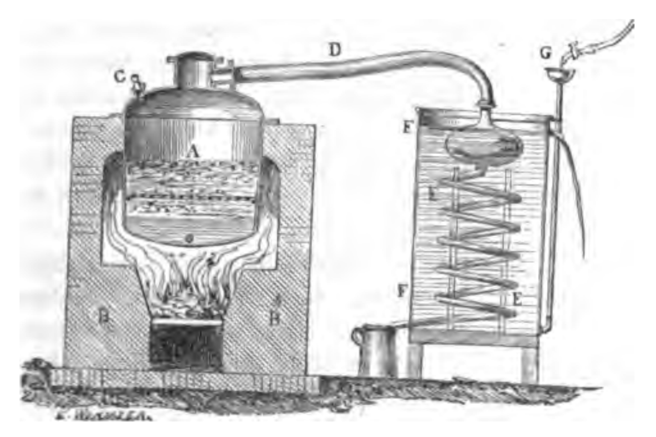


Fig 126.

dem Kühlfass F, welches durch G seinen Zufluss von kaltem Wasser erhält. Das bei B brennende Feuer erhitzt das im unteren Theile der Blase befindliche Wasser zum Sieden, die Dämpfe desselben durchdringen die Trester, verwandeln den darin enthaltenen Alkohol in Dampf und führen denselben in die Kühlschlange. Die Erhitzung wird so lange fortgesetzt bis das zuletzt übergehende aus Wasser besteht. Der in der Blase befindliche Siebboden verhindert das Anbrennen der Treber. Nach beendigter Destillation wird die Blase geöffnet, die als Viehfutter verwendbaren Treber werden herausgenommen, die Blase von neuem beschickt. Es braucht wohl nicht erwähnt zu werden, dass der Apparat durch einfache Modificationen vielfach verbessert werden könnte.

23. Fabrikation des Spiritus aus Zuckerrüben.

Die Gewinnung des Alkohols aus dem Saft der Zuckerrüben wurde zuerst im Jahre 1824 von DUBRUNFAUT versucht, die technische Ausführung musste aber bald wegen der damals so niedrigen Spirituspreise wieder aufgegeben werden. Im Jahre 1837 begründete er in Valenciennes eine Fabrik zur Verarbeitung der Rübenmelassen auf Alkohol und Kalisalze. Später, vom Jahre 1845 an besserten sich die Verhältnisse, die Rübenspiritusfabrikation nahm in Frankreich einen bedeutenden Aufschwung, es entstanden eine Menge von neuen Fabriken, viele Zuckerfabriken wurden in Spiritusfabriken umgewandelt, manche Zuckerfabriken richteten sich für die Spiritusfabrikation ein, um je nach Umständen, je nach Preisconjuncturen entweder Zucker oder Alkohol erzeugen zu können. Zu den Utensilien der Zuckerfabrik brauchen nur noch die Gährbottiche und der Destillationsapparat hinzugenommen zu werden, um die Umwandlung in eine Spiritusfabrik zu bewerkstelligen, während alle übrigen in der Zuckerfabrik vorhandenen Utensilien, die Rübenwäsche, Reibe, Saftpresse, die Scheidepfannen, Reservoirs, Röhrenleitungen ihre Verwendung finden. Die Vacuumapparate der Zuckerfabrik lassen sich mit Leichtigkeit durch Aufsetzen einer Colonne in Destillationsapparate verwandeln, es ist der auf Tafel XXXVIII Fig. 1 dargestellte Destillationsapparat aus einer umgewandelten Zuckerfabrik hervorgegangen.

Ob eine derartige totale Umwandlung der Zuckerfabrik in Spiritusfabrik räthlich ist, erscheint nach deutschen Verhältnissen sehr zweifelhaft, selbst dann wenn eine demnächst zu erwartende Veränderung der Steuergesetzgebung die Rübe mit der Kartoffel concurrenzfähig machen wird, da, wenigstens bis jetzt, der Unterschied zwischen beiden Industriezweigen besteht, dass der Zuckerfabrikant viel, recht viel Geld verdient, während der Spiritusfabrikant, wenn nicht ausnahmsweise sehr günstige Conjuncturen herrschen, im allgemeinen nur billiges Viehfutter für seinen Stall producirt. Solange die Verhältnisse so liegen, wird es Niemandem einfallem, seine Zuckerfabrik in eine Spiritusfabrik umzuwandeln, dagegen wird die Spiritusbereitung aus Rüben sich zweifellos sofort auch in Deutschland einbürgern, sobald die Fabrikatsteuer gesetzlich eingeführt sein wird, sei es als eigner Industriezweig, sei es in Verbindung mit der Zuckerfabrik.

Das Verfahren, von dem viele Modificationen bestehen, ist im allgemeinen Folgendes:

Der von den Pressen abfliessende kalte Saft wird in der Scheidepfanne auf 20° erwärmt und von da in die Gährbottiche gebracht. Hier versetzt man ihn pro 1000 Liter mit 1—1½ Kilogr. concentrir-

ter, vorher mit dem zehnfachen ihres Gewichtes Wasser vermischter Schwefelsäure. Durch das Ansäuern des Saftes soll die Umwandlung des nicht gährungsfähigen Rohrzuckers in Traubenzucker erleichtert werden, ausserdem verhindert der Zusatz der Schwefelsäure die Entwicklung eines eigenthümlichen Fermentes, welches schleimige Gährung hervorruft.

Die Gährung wird bei der ersten Operation durch Zusatz von Bierhefe eingeleitet, später pflanzt sich die Hefe durch eigne Aussaat fort. Auf einen Bottich von 150 Hectoliter Saft wendet man 7—8 Kilogr. Hefe an, nachdem sie sorgfältig in 50 Liter Wasser vertheilt ist. Während der kalten Jahreszeit belebt man die Gährung durch verhältnissmässig hohe Temperatur und erwärmt den Saft soweit, dass er im Gährbottich, nach dem Zusatz der Hefe eine Temperatur von 21—22° hat. Die Gährbottiche sind, um den Inhalt möglichst vor Abkühlung zu schützen, mit Deckeln verschlossen, an denen eine Klappe angebracht ist, durch welche man die gährende Masse beobachten kann. Man controllirt den Fortschritt der Gährung durch Prüfung mittelst des Saccharometers. Zeigt der mit Hefe vermischte Saft unmittelbar nach dem Anstellen 11° S., so sinkt die Saccharometeranzeige fortwährend, bis sie endlich nach beendeter Gährung bei 1—2° constant wird.

Die Gährung dauert 3—4 Tage. Wenn man bei regelmässigem Betriebe täglich 2—3 Bottiche füllt, so bedarf man im Ganzen 8—10 Bottiche um stets einen zum Füllen bereit und einen in Reserve zu haben.

Nachdem der erste Bottich ausgegohren ist, zieht man den fast klaren Inhalt desselben ab, um ihn zu destilliren. Die während der Gährung neugebildete Hefe lagert sich am Boden ab und bleibt in dem Bottich, um die Gährung auf den Saft zu verpflanzen mit welchem der Bottich dann neu gefüllt wird. Neben der neu gebildeten, verbleibt hier aber auch die verbrauchte, zersetzte Hefe, es sammeln sich fremde Fermente in grösserer Menge an. Eine Folge davon ist häufig ein unregelmässiger Verlauf der Gährung. Statt dass die Flüssigkeit rasch und gleichmässig in alkoholische Gährung tritt, eine gleichmässige Temperaturzunahme zeigt, beobachtet man oft in Folge der fremden Fermente nur eine ganz schwache Entwicklung von Kohlensäure, eine geringe Temperaturzunahme, die Flüssigkeit wird immer saurer, so dass man, wenn man schliesslich zur Destillation schreitet, wenig Alkohol erhält und eine Schlempe bekommt, die überreich an Essigsäure oder Milchsäure ist. Oder es kann auch der Fall eintreten, dass die Flüssigkeit bei unrichtig beschaffenen Fermenten plötzlich in äusserst lebhafte Gährung geräth, dass sie massenhaft Schaum bildet und sich,

wenn man nicht sehr viel Steigraum im Bottich gelassen hat, in Strömen über die Ränder ergiesst und fortfliesst.

Sobald irgend eine derartige Unregelmässigkeit eintritt, hat man die Hefe vollständig zu beseitigen, den Bottich mit siedend heissem Wasser zu spülen, ihn mit Kalkmilch und dann mit reinem Wasser zu waschen und den folgenden Saft mit frischer Bier- oder Presshefe anzustellen. Besser ist es immer die lange Ansammlung der Hefe im Bottich ganz zu vermeiden und eine theilweise Erneuerung derselben bei jeder einzelnen Operation vorzunehmen, wie es bei dem weiter unten zu beschreibenden Verfahren von CHAMPONNOIS geschieht.

Indem man die Schlempe der Rüben mit den Presslingen derselben vereint, erhält man ein Futter, welches sich zu den angewandten Rüben verhält, wie die Kartoffelschlempe zu den Kartoffeln. Hier wie dort ist das Nährstoffverhältniss der Bestandtheile ein günstigeres geworden. Der Ueberschuss an Zucker hier, wie an Stärkmehl dort, ist beseitigt, alle Eiweissstoffe, alle für den thierischen Organismus werthvollen unverbrennlichen Bestandtheile werden in ihrer Totalität erhalten. Die Abfälle der Rübenbrennerei haben daher einen sehr hohen landwirthschaftlichen Werth. Der einzige Uebelstand, welcher sich bei ihrer Verwendung geltend macht, ist der hohe Wassergehalt der Schlempe, der beträchtlicher sein wird als der des Rübensaftes, wenn man bei der Saftgewinnung, wie es bei der Zuckerfabrikation geschieht, Wasser auf die Reibe fliessen lässt. Man kann dieses dadurch umgehen und dennoch eine vollständige Saftgewinnung erzielen, wenn man statt des Wassers Schlempe auf die Reibe fliessen lässt. Eine weitere Concentrirung des Saftes erreicht man, wenn man bei der Destillation den Dampf nicht unmittelbar in die Blase einströmen lässt, sondern die Destillation unter Anwendung von Dampfschlangen, resp. Dampfmänteln vornimmt und wenn man am Destillirapparate einen besonderen Rectificator für das Phlegma anbringt, wie S. 566 beschrieben ist.

PAYEN giebt folgende Rentabilitätsberechnung der Rübenspiritusfabrikation, die wir, ohne eine Verantwortlichkeit für die Richtigkeit derselben zu übernehmen, hier reproduciren:

Tägliche Betriebskosten:

30000 Kilogr. Rüben à 18 Fr. pro 1000 K.	Fr.	540
Dampfkraft	"	58
Arbeitslöhne	"	46
Zinsen, Amortisation, Reparaturen	"	50
Kosten der Destillation, Rectification, Direction	"	92
Fässer, Transport, Commission, Fracht	"	100
Summa	Fr.	886
Abzüglich des Werthes von 6000 Kilogr. Presslinge à 12 Fr.	"	72
Gesammtunkosten	Fr.	814
Producirt 10 Hectoliter Spiritus 90° à 170 Fr.	"	1700

Erzeugungskosten 81,40 Fr. pro Hectoliter. Der tägliche Gewinn beträgt daher 886 Fr. oder in einer Campagne von 100 Tagen 88600 Fr. Bis zum Jahre 1856 sind noch höhere Gewinne in manchen umgewandelten Zuckerfabriken gemacht werden, so erzeugten drei solcher Fabriken in der Campagne 1853—54, bei einer Verarbeitung von 50000000 Kilogr. Rüben, 18720 Hectoliter rectificirten Spiritus von 93—94 °, welcher im Durchschnitt zu 170 Fr. verkauft wurde, bei einem Gestehungspreise von 100 Fr., wonach sich, nach Abzug der Verkaufsunkosten ein Nettogewinn von 990000 Fr. ergab.

24. Gewinnung des Rübensaftes durch Maceration.

Diese Methode der Saftgewinnung stimmt im allgemeinen mit der oben S. 299 beschriebenen Saftgewinnung durch Diffusion der Zuckerfabriken überein, sie lässt sich bei der Spiritusfabrikation jedoch mit vereinfachten, in der Anlage wenig kostspieligen Apparaten ausführen.

Der der Maceration dienende Apparat besteht aus:

1) Einem Rübenschneider, welcher die Rüben in 8—10 Centimeter lange, 10 Millimeter breite und nur 2 Millimeter dicke Schnitzel verwandelt.

2) Einem auf einem Schienengeleise beweglichen Wagen, auf welchem die Schnitzel in Körben von der Schneidmaschine den Macerationsbottichen zugeführt werden.

3) Acht hölzernen Macerationsbottichen, von denen ein jeder einen durchlöcherten Boden hat.

4) Hölzernen Röhrenleitungen, welche eine Communication der einzelnen Macerationsbottiche unter sich herstellen, derartig, dass immer der untere Theil des einen mit dem oberen Theil des anderen verbunden ist.

5) Hölzernen Röhrenleitungen, die von dem unteren Theil jedes Bottichs ausgehen und dazu dienen, den flüssigen Inhalt desselben gänzlich zu entleeren. Die Flüssigkeit fliesst dann in eine Rinne, welche sie in einen Kessel leitet, in welchem sie nöthigenfalls auf den richtigen Temperaturgrad vor der Gährung gebracht werden kann.

6) Einer Dampfröhrenleitung, unmittelbar über jedem Macerationsbottich in einem Hahne endigend.

7) Einer Dampfröhrenleitung, durch welche Dampf in die unter 4) bezeichneten Röhren geblasen werden kann.

Jeder Macerationsbottich hat unmittelbar über dem Boden ein Mannloch, durch welches die ausgelaugten Schnitzel entleert werden können.

Bei diesem Macerationsverfahren wird der Theil des Saftes, welcher in den, bei der Bildung der Schnitzel zerrissenen Zellen enthalten war,

durch blosses Auswaschen gewonnen, der grössere Theil aber, in unverletzten Zellen enthalten, kann nur auf dem Wege der Diffusion die Membranen der Zellen passiren. Es kommen dabei dieselben Umstände in Betracht, welche oben S. 299 beschrieben sind, worauf hier verwiesen sein möge.

Die Ausführung der Saftgewinnung geschieht folgendermaassen:

Das zwischen dem achten und ersten Bottich befindliche Communicationsrohr wird durch einen Stopfen verschlossen. Darauf bringt man in den ersten Bottich 450 Kilogr. Rübenschnitzel, bei einem inneren Volum des Bottichs von $1\frac{1}{2}$ Cubikmeter, und füllt den Bottich mit kaltem Wasser. Zugleich ist der zweite Bottich mit Schnitzeln gefüllt. Während das Wasser in den ersten Bottich einfliesst, lässt man zugleich Dampf in das Verbindungsrohr strömen, durch welches der erste Bottich mit dem zweiten communicirt. Das Wasser wird dadurch erwärmt und wird fast siedend heiss sich auf die im zweiten Bottich befindlichen Schnitzel ergiessen und dadurch die Tödtung der Zellen der Rübenschnitzel bewirken, wodurch der Diffusionsprozess wesentlich erleichtert wird. Nach kurzer Zeit füllt man den dritten Bottich mit Schnitzeln, leitet Dampf in die Communicationsröhre zwischen Nr. 2 und Nr. 3 und lässt wieder kaltes Wasser in Nr. 1 fliessen, die Flüssigkeit von Nr. 1 wird dadurch nach 2 verdrängt, die von Nr. 2 wird in dem Communicationsrohr erwärmt und kommt heiss nach Nr. 3, während Nr. 1 sich mit frischem Wasser füllt. Auf gleiche Weise werden alle acht Macerationsgefässe mit Schnitzeln und Flüssigkeit gefüllt, indem man immer auf Nr. 1 frisches Wasser fliessen lässt und jedesmal die Flüssigkeit, welche mit frischen Schnitzeln zusammenkommt, durch den Dampfstrahl erwärmt.

Sind so alle acht Macerationsgefässe gefüllt, so wird der Inhalt des ersten erschöpft sein. Man verstopft dann die Communication von Nr. 1 und 2, lässt das Wasser, welches die Schnitzel nun bedeckt, unten abfliessen und entleert die Schnitzel durch das Mannloch, um den Bottich mit frischen Schnitzeln zu füllen. Andererseits ist der Saft in Nr. 8 genügend reich an Zucker geworden, um zur Gährung gebracht zu werden. Er wird daher abgezogen. Der Wasserhahn Nr. 2 wird nun geöffnet, um Nr. 8 mit dem Inhalt von Nr. 7 zu füllen, worauf der Inhalt von Nr. 8 unter Einblasen von Dampf durch die Communicationsröhre nach Nr. 1 getrieben wird. Durch diesen neuen Aufguss von Wasser wird dann auch Nr. 2 erschöpft werden. Er kommt zur Entleerung und frischen Füllung, während Nr. 3 frisches Wasser erhält und Nr. 1 gährungsfähigen Saft liefert. Es arbeiten auf diese Weise immer die acht Bottiche so zusammen, dass je einer fertigen

Saft liefert, während der ihm zunächst befindliche entleert und neu beschickt wird. Man leitet den Betrieb so, dass man immer nach 20 Minuten frischen Saft zieht. Da jeder Bottich 450 Kilogr. Rüben enthält, so entspricht dies einer Verarbeitung von 32400 Kilogr. Rüben in 24 Stunden, die nahezu ein dem Rübengewicht gleiches Quantum von Saft liefert.

Der Saft soll mit einer Temperatur von 22—24° C. zur Gährung kommen. Sollte er bei sehr kalter Witterung diese Temperatur nicht besitzen, so kann man ihn in dem oben erwähnten Kessel durch wenig einströmenden Dampf soweit erhitzen.

Dieses Macerationsverfahren leidet an demselben Uebelstand, welches für das Diffusionsverfahren der Zuckerfabriken noch nicht ganz beseitigt ist, nämlich daran, dass die Rückstände so wässerig sind, dass sie nur schwierig in genügend grossen Mengen von den Thieren gefressen werden können. Dazu kommt noch, dass die Schlempe fast gänzlich verloren geht, da man zu den wässrigen Rückständen der Macerationsbotticbe nicht noch die wässrige Schlempe hinzufügen kann, ohne einen Viehstand zu haben, der mit den übrigen wirthschaftlichen Verhältnissen nicht in Einklang zu bringen sein würde. Man ist daher gezwungen die Schlempe verloren zu geben und hat dabei, ausser ihrem Verlust, noch den Nachtheil, dass sie durch ihre Fäulnissfähigkeit zum Verderben der Wasserläufe beiträgt, wodurch wieder Schwierigkeiten aller Art entstehen.

Diese sind durch ein anderes Verfahren als beseitigt zu betrachten, welches den völligen Consum der Schlempe und aller Rückstände ermöglicht. Es ist von seinem Erfinder Champonnois so weit ausgebildet, dass im Jahre 1867 mehr als 250 französische Fabriken dasselbe eingeführt hatten und mit Erfolg mit allen übrigen Spiritusfabriken concurrirten.

25. Champonnois' Verfahren der Spiritusfabrikation.

Reinigung der Rüben. Die zu verarbeitenden Rüben werden in einer Waschmaschine, wie oben S. 232 beschrieben, von anhängendem Schmutz befreit.

Zerkleinerung. Die Rüben werden in Schnitzel verwandelt durch eine Schneidmaschine, bestehend aus einer runden, drehbaren eisernen Scheibe, mit 4 Löchern, an welchen eiserne Messer angebracht sind. Es wirkt die Scheibe nach Art von Hobeln und lässt mit wenig Kraftaufwand die Zerschneidung der Rüben erreichen. Zwei Arbeiter genügen, wenn dieselben pro Stunde 25 bis 30 Minuten arbeiten, um in 9—10 Stunden 2250 Kilogr. Rüben zu zerschneiden; selbstverständ-

lich ist die Leistungsfähigkeit viel grösser, wenn man Dampfbetrieb anwendet. In neuerer Zeit ist von CHAMPONNOIS ein nach demselben Prinzip wie seine, oben S. 238 beschriebene, Reibmaschine construirter Rübenschneider eingeführt worden, der uns jedoch nach der vorliegenden Beschreibung nicht ganz verständlich ist.

Gewinnung des Saftes. CHAMPONNOIS wendet ein eigenthümliches Saftgewinnungs-Verfahren an. Die Schnitzel kommen in einen Bottich von 550 Liter Inhalt, auf einen falschen Boden und werden hier, nachdem auf 1000 Th. Rüben 1—1½ Liter, vorher mit dem dreissigfachen ihres Gewichts Wasser verdünnter, Schwefelsäure zugesetzt ist, mit 200 Liter siedend heisser Schlempe übergossen. Nur während der ersten Operationen der Campagne, so lange man noch keine Schlempe hat, wird Wasser zur Maceration genommen, später immer nur Schlempe verwendet.

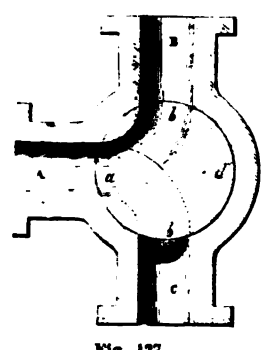
Nach Verlauf einer Stunde zieht man den flüssigen Inhalt des ersten Bottichs ab und bringt ihn in einen, mit frischen Schnitzeln gefüllten zweiten Bottich. Der erste wird mit frischer Schlempe angefüllt. Beide bleiben zur Maceration während einer Stunde stehen. Unterdessen wird ein dritter Bottich mit Schnitzeln gefüllt, man bringt dann die Flüssigkeit des zweiten Bottichs in den dritten, die des ersten in den zweiten. Die sich dann in dem dritten Bottich findende Flüssigkeit ist eine Schlempe, in welcher dreimal Rübenschnitzel macerirt worden sind, die dadurch den grössten Theil des Saftes aufgenommen hat. Sie wird dann als genügend zuckerreich in einen der drei vorhandenen Gährbottiche abgelassen. Das Volum dieser Flüssigkeit beträgt ungefähr 250 Liter, statt der angewandten 200 Liter Schlempe, es ist durch den aus den Schnitzeln austretenden Saft in diesem Verhältniss vergrössert worden.

Der erste Bottich, welcher zwei Aufgüsse von Schlempe bereits erhalten hat, wird zum dritten Mal mit 200 Liter Schlempe beschickt. Diese bleibt dann aber nur während einer halben Stunde mit den Schnitzeln in Berührung, um denselben Zeit zu geben auf dem Seihboden einen Theil der anhängenden Flüssigkeit abtropfen zu lassen, ehe man sie entleert und den Viehställen zuführt.

Auf gleiche Weise wiederholt sich die Operation derartig, dass immer der letzte der drei Bottiche mit frischen Schnitzeln gefüllt und mit der Flüssigkeit vom zweiten übergossen wird, die bereits eine Stunde mit den dort befindlichen Schnitzeln in Berührung war; der zweite Bottich erhält dann einen zweiten Aufguss aus dem Inhalt des ersten, der erste erhält zum dritten Male Schlempe. Der dritte Abzug des ersten Bottichs wird, ehe er in den zweiten gebracht wird,

in einem besonderen Kessel bis nahe zum Sieden wieder erhitzt, um den Inhalt des zweiten Bottichs bei dem dritten Aufguss mit möglichst heisser Flüssigkeit zusammenzubringen. Jede Partie der Schnitzel bekommt so successive drei Aufgüsse, sie tauscht dabei ihren Zuckergehalt gegen Bestandtheile der Schlempe aus und erhält so einen grossen Theil der Rübenbestandtheile zurück, ehe die Abfälle zur Verfütterung kommen. Man erhält so während des Betriebes stündlich 250 Liter Saft, der in den Gährungsbottich abfliesst, und diesen allmälig anfüllt und andererseits 200 Kilogr. erschöpfte Schnitzel.

Der Betrieb kann wesentlich vereinfacht werden, wenn man die drei Bottiche derartig durch Röhren verbindet, dass ein Rohr jedesmal unter dem Seihboden eines Bottichs beginnt und oben an dem nächsten Bottich endet. Durch Einschaltung eines zwei Weg-Hahnes kann dann dieselbe Röhrenleitung zum Abziehen des fertigen Saftes dienen. Ein solcher Hahn ist in Verbindung mit der Röhrenleitung in Fig. 127 durchschnitten dargestellt. Bei der in der Figur gezeichneten Stellung des Hahnes, verbindet derselbe die Röhren A und B zwischen den beiden Bottichen, während die Durchbohrung a b die beiden Röhren A C in Communication bringt, sobald der Hahn gegen die gezeichnete Stellung um einen Winkel von 90° gedreht wird. Bei der Herstellung der Verbindung von A und C wird dann die Flüssigkeit ganz abgelassen werden, während sie bei der Verbindung von A und B aus einem Bottich in den andern übersteigt, sobald das Niveau der Flüssigkeit in dem ersten höher steht, als in dem zweiten.


Fig. 127.

Gährung. Die Gährung wird derartig geleitet, dass eine verhältnissmässig grosse, sich immer erneuernde Menge von Hefe in der Zeiteinheit auf eine verhältnissmässig kleine Menge von Zucker einwirkt, wodurch eine möglichst vollständige Vergährung in kurzer Zeit erzielt werden kann.

Der Saft kommt mit einer Temperatur von 16—17° zur Gährung. Diese Temperatur erreicht der Saft in der Regel ohne weiteres Zuthun, da die Schlempe fast siedend heiss auf die kalten Schnitzel kommt, die zuerst abgezogene Flüssigkeit hat eine Wärme von 40—50°, ihre Wärme sinkt dann bei der letzten Maceration auf den angegebenen Punkt. Während der Gährung soll die Temperatur der gährenden Flüssigkeit 23—25° nicht übersteigen.

Die Gährbottiche sind genügend geräumig, um 2500 Liter Saft zu

fassen. Man leitet die Gährung ein, indem man den ersten Saftabzug von 250 Liter in den Gährbottich leitet und nun 4 Kilogr. in Wasser oder in Saft vertheilter Bierhefe hinzufügt. Die Gährung beginnt sofort. Nach Ablauf einer Stunde wird im zweiten Macerationsbottich ein neues Quantum von 250 Liter Saft gewonnen. Dieser fliesst zu der gährenden Flüssigkeit. Nach Ablauf der dritten Stunde leitet man wieder 250 Liter Saft hinzu u. s. f. bis der Bottich gefüllt ist.

Der gefüllte Bottich bleibt 24 Stunden lang stehen, alsdann öffnet man einen Hahn nahe am Boden, welcher mittelst eines Communicationsrohrs die Verbindung von je zwei Gährbottichen vermittelt. Die Hälfte der Flüssigkeit strömt dann von dem ersten in den zweiten Bottich über. Bei geöffnetem Verbindungsrohr lässt man dann von Stunde zu Stunde neuen Saft zufliessen, in dem Maasse wie man denselben aus den Macerationsgefässen abzieht. Derselbe vertheilt sich gleichmässig zwischen die beiden Bottiche und kommt in Gährung. Zwölf Stunden nach beendigter Füllung ist dann die Hauptgährung verlaufen. Man verschliesst den Hahn zwischen dem ersten und dem zweiten Bottich, überlässt den ersten Bottich noch 24 Stunden der Nachgährung, um seinen Inhalt dann zur Destillation zu bringen. Auf gleiche Weise wie früher der in Gährung befindliche Inhalt des gefüllten ersten Bottichs zwischen diesem und dem zweiten getheilt ist, wird dann der Inhalt des zweiten zur Hälfte in den dritten übergeführt. Während der Zeit der Nachgährung des ersten Bottichs wird dann der zweite und dritte mit frischem Safte gefüllt, worauf der zweite zur Nachgährung kommt.

Ist einmal die Arbeit im Gange, so hat man jeden Morgen: 1) einen Bottich mit vollständig vergohrener Flüssigkeit, die im Laufe des Tages destillirt wird, 2) einen Bottich, dessen Nachgährung sich im Laufe der nächsten 24 Stunden vollzieht, 3) einen Bottich im gleichen Stadium der Gährung wie der vorhergehende, dessen Inhalt dann aber getheilt und mit frischem Saft gemischt wird.

Den Verlauf der Gährung verfolgt man mit dem Thermometer und Saccharometer. Die Wärme der Flüssigkeit steigt von 16—17° allmälig auf 22—25°, hält sich auf diesem Punkte während der Hauptgährung constant, um dann nach und nach wieder zu sinken. Die Saccharometeranzeige wird geringer in dem Maasse wie die Vergährung des Zuckers fortschreitet.

Vier Gährbottiche arbeiten immer zusammen. Beim Entleeren desjenigen, welcher zur Destillation kommt, gebraucht man die Vorsichtsmassregel, dass man nicht alles vollständig abzieht, sondern eine geringe Menge von Flüssigkeit, etwa 30—50 Liter zurücklässt. Es

lagern sich nämlich während der Gährung am Boden des Bottichs die unwirksam gewordenen Theile der Hefe und Unreinigkeiten des Saftes ab. Diese rührt man in dem letzten Quantum der Flüssigkeit auf und lässt sie in ein besonderes Gefäss abfliessen, um sie unmittelbar in die Blase des Destillationsapparates zu bringen. Es geschieht dies weil die Unreinigkeiten sich sonst auf den Platten der Colonne ablagern und diese verschmieren würden. Sind diese Substanzen während der Destillation der anhaltenden Kochung unterworfen, so können sie durch ihren Gehalt an Eiweiss u. s. w. nur den Werth der Rückstände erhöhen. Man lässt sie desshalb in der Schlempe, sie werden dann bei der Maceration der Schnitzel von diesen wie auf einem Filter festgehalten.

Nach der Beseitigung dieses Bodensatzes wird jeder Gährbottich einer sorgfältigen Reinigung unterzogen, ehe er wieder in Gebrauch genommen wird, um so einer Ansammlung fremder Fermente möglichst entgegen zu wirken. Sehr vortheilhaft ist es ferner, wenn man jedesmal Abends nach beendigter Arbeit alle Macerationsbottiche völlig entleert und auch sie gründlich reinigt, da der in Berührung mit den Schnitzeln bleibende Saft häufig während der Nacht schleimig wird und dadurch den normalen Verlauf der Gährung beeinträchtigt. Der letzte von den Schnitzeln abgezogene, aber noch nicht genügend zuckerreiche Saft wird Abends in den Kessel gelassen, um am folgenden Morgen zum Sieden erhitzt auf frische Schnitzel zu kommen. Diese Unbequemlichkeit ist in solchen Fabriken, welche einen während Tag und Nacht fortgesetzten Betrieb haben, zu vermeiden.

Wenn man bei der Gewinnung des Saftes ein grösseres Quantum von Schlempe anwendet, etwa das Doppelte des Volumens des zu gewinnenden Saftes, so lassen die Schnitzel sich bei niederer Temperatur erschöpfen, man kann dann die Wiedererwärmung des Saftes umgehen, ja man kann sogar seine Temperatur erniedrigen und seinen Ueberschuss an Wärme benutzen um den vergohrenen Saft anzuwärmen. Der so erzielte Saft ist weniger concentrirt, er enthält aber auch weniger von solchen Stoffen, die erst durch die höhere Wärme gelöst werden, er ist reiner, seine Gährung erfolgt leichter und regelmässiger und ist nicht so vielen Zufälligkeiten durch Essig-, Milchsäure- und andere Gährungen ausgesetzt. Hienach hat Champonnois das Verfahren derartig modificirt, dass er jetzt das doppelte Quantum der Schlempe bei einer Temperatur von 70° verwendet. Zur Abkühlung der siedend heiss aus dem Destillirapparat kommenden Schlempe ist zwischen dem Condensator und dem Dephlegmator des Destillirapparates

ein Kühlapparat eingeschaltet, welcher im Wesentlichen die Construction des in Fig. 123 dargestellten englischen Condensators hat. Die vergohrene, zu destillirende Flüssigkeit fliesst zunächst aus dem Reservoir in den Condensator des Destillirapparates, um hier durch ihre niedere Temperatur alle Alkoholdämpfe zu verdichten. Etwas erwärmt tritt sie dann in den äusseren Behälter des Kühlapparates, während in dem Röhrensystem desselben die siedend heisse Schlempe cirkulirt. Es wird dadurch die Temperatur der Schlempe auf etwa 70° herabgesetzt, die Wärme der zu destillirenden Flüssigkeit auf etwa 55–60° erhöhet. Es wirkt daher dieser Apparat einerseits als Vorwärmer für den vergohrenen Saft und andererseits als Kühler für die Schlempe.

Die Destillation des vergohrenen Saftes wird mit dem Colonnenapparat und zwei Blasen ausgeführt und so geleitet, dass man jedesmal nach Ablauf einer Stunde eine Blase entleeren kann, deren Inhalt gerade dem Bedarf für einen der Macerationsbotticbe entsprechend ist.

Verwendung der Rückstände. In einer täglichen zehnstündigen Arbeitszeit werden 2000 Kilogr. erschöpfte Schnitzel gewonnen. Diese werden sofort nach der Entleerung des Macerationsbottichs zu den Viehställen transportirt und mit Hafer-, Roggen-, Gerstenstroh oder Häcksel von Stroh, Heu, Klee, Luzerne in solchem Verhältniss gemischt, dass auf 1 Volum der feuchten Rückstände 3 Volum trockenes Futter kommt. Im Lauf des Tages werden so 8–10 Cubikmeter Futtermasse präparirt, welche in einem grossen hölzernen Behälter oder in einer gemauerten, mit Cement verputzten Grube aufgespeichert werden. Durch die in den Schnitzeln aufgesogene Schlempe werden die trockenen Substanzen durchfeuchtet, es tritt rasch eine Erwärmung derselben und eine Gährung ihrer Bestandtheile ein. Diese lässt man während 36 Stunden sich vollziehen, die vorher harten, trockenen Futtermassen werden dadurch vollständig erweicht, gleichmässig durchfeuchtet und nehmen einen angenehmen, aromatisch-weinigen Geruch an. Das Futter wird in diesem Zustande von allen Viehgattungen gern gefressen, man giebt davon Mastochsen, Arbeitsochsen, Milchkühen 35 Kilogr. pro Tag, worin etwa 25 Kilogr. Schnitzel und 10 Kilogr. Rauhfutter, Masthammel erhalten 5—6 Kilogr. neben 0,2 bis 0,3 Kilogr. Oelkuchen.

Es hat ein solches Futter einen beträchtlich höheren Werth als das aus den Presslingen der Zuckerfabriken gewonnene, weil hier alle nahrhaften Bestandtheile der Rübe erhalten und in das Futter übergeführt werden, während bei der Zuckerfabrikation der grössere Theil derselben in den Scheide- und Saturationsschlamm übergeführt, ein weiterer Theil von der Knochenkohle absorbirt wird und endlich die Haupt-

masse in die Melasse gelangt und damit für die Ernährung der Thiere verloren geht.

Der hohe Werth der Abfälle macht dieses Verfahren zu einem recht eigentlich landwirthschaftlichen Gewerbe, welches in Frankreich jetzt sehr grosse Verbreitung gefunden hat. Man betrachtet dort, wie in den deutschen Kartoffelspiritusfabriken, den Spiritus nur als ein Verwohlfeilerungsmittel des Futters und regelt den Betrieb nach den Bedürfnissen des Stalles. Da eine theilweise Veränderung des Zuckergehaltes der Rüben hier nicht die Bedeutung hat wie in den Zuckerfabriken, so kann man der Campagne eine weit längere Dauer geben, man beginnt sie gewöhnlich mit dem 1. October und lässt sie bis zum 1. Mai dauern, also während der ganzen Zeit, wo es an frischem Futter fehlt. Es hat diese Verwerthung der Rüben weiter den Vortheil, dass man wenig Rücksicht auf die für die Zuckerfabrik wesentlichen Bedingungen, möglichst hohen Zuckergehalt und geringen Gehalt an Nichtzucker — zu nehmen braucht; man kann daher die für die Brennerei bestimmten Rüben in frischem Stallmist bauen und so eine möglichst hohe Production von der gegebenen Fläche erzielen. Bei dem einfachen Apparat der Brennerei ist keine grosse Fabrikanlage erforderlich, sie kann selbst auf kleinen Gütern mit Vortheil betrieben werden.

Ein Gut von 80 Hectaren, von denen 11—12 Hectare mit Rüben bestellt würden, könnte täglich 2250 Kilogr. Rüben verarbeiten und daraus 1,5 Hectoliter Spiritus von 50° gewinnen. Es würde dazu ausser den Gebäuden folgendes Inventar erforderlich sein:

Destillationsapparat im Preise von	2500 Fr.
Rübenwäsche und Rübenschneider	300 „
3 Macerationsbotticche von Eisenblech mit Hähnen und Röhren	1000 „
Schlempenkühler und Vorwärmer	250 „
4 Gährbotticche	320 „
Pumpe, Röhren, Hähne	800 „
Summa	5170 Fr.

Man würde dabei 2000 Kilogramm mit Schlempe durchtränkter Schnitzel erhalten, welche, mit 500 Kilogr. Häcksel gemischt, ein Futter für 25 Stück Grossvieh oder eine entsprechende Anzahl Kleinvieh geben würden. Der Futterbedarf der Thiere könnte durch eine solche Brennerei während 200 Tagen im Jahre gedeckt werden. Gleichzeitig würde jährlich 360 Hectoliter Spiritus von 50° gewonnen werden, wodurch sich, wenn man die Rückstände nach ihrem vollen Futterwerth berechnet, ein Reingewinn von 5—6000 Fr. pro Jahr ergeben würde.

Um ein Beispiel dafür zu geben, welche Vortheile das Verfahren von CHAMPONNOIS beim Betriebe eines wegen Mangel an Futter und Dünger bis dahin wenig ergiebigen Gutes liefern kann, lassen wir hier eine Berechnung der Erzeugungskosten und eine Uebersicht der Vertheilung des Futters folgen, wie sie sich während einer 8jährigen Bewirthschaftung eines solchen Gutes durch Herrn CAIL ergeben hat. Die Ertragsfähigkeit des Bodens ist dadurch wesentlich verbessert, der Werth des Gutes fast verdoppelt worden.

Spiritusfabrikation auf der Ferme des Plantes in der Touraine:

Ausgaben:

102600 Kilogr. Rüben à 15 Fr.	1539 Fr.	— Ct.
2 Cub. M. Holz à 5 Fr.	10 „	— „
9300 Kil. Steinkohlen à 45 Fr.	418 „	50 „
19 „ Seife à 80 Fr.	15 „	20 „
171 „ Schwefelsäure à 27 Fr.	46 „	17 „
23 „ Hefe à 60 Fr.	13 „	80 „
10 „ Oel à 1 Fr. 18 Ct.	11 „	80 „
Fässer	270 „	— „
Arbeitslohn	182 „	7 „
Zusammen	2506 Fr.	54 Ct.

Einnahmen:

82080 Kil. Rückstände à 8 Fr.	656 Fr.	64 Ct.
41,11 Hectol. Alkohol à 94° à 45 Fr.	1849 „	90 „
Zusammen	2506 Fr.	54 Ct.

Der Viehstand betrug:

110 grosse Ochsen
4 grosse Holländer Kühe
3 Poitou Kühe
116 Stück Grossvieh.

Futtervertheilung:

Täglich:		pro Kopf:		
4320 Kil.	Rückstände	37 Kilo	à 8 Fr.	— 29,6 Ct.
250 „	Heu	2,15 „	à 6 Fr.	— 12,8 „
600 „	Stroh	5 „	à 3 Fr.	— 15,0 „
100 „	Oelkuchen	0,85 „		— 12,7 „
600 „	Streustroh	5,5 „		— — „
			Futterkosten	70,1 Ct.

Man sieht aus dieser Berechnung, dass einerseits das gewonnene Futter dem Viehstande eine reichliche und gute Ernährung gewährt, derartig, dass man einen so beträchtlichen Viehstand wie 1 Haupt-Grossvieh pro Hectare erhalten kann, wobei eine wesentliche Verbesse-

rung des Bodens durch den reichlich erzeugten Stallmist eintreten muss, so wie dass andererseits selbst aus dem Verkauf des Spiritus ein nicht unbeträchtlicher Reingewinn erzielt werden kann, da die Erzeugungskosten desselben sich nur auf 45 Fr., oder, wenn man Zinsen, Amortisation, Reparaturen etc. hinzurechnet, höchstens auf 50 Fr. stellen, während der Verkaufspreis selbst bei ungünstigsten Conjuncturen höher zu sein pflegt.

Noch beträchtlichere Reingewinne sind von POMMIER berechnet für eine Fabrik, welche gleichzeitig den schwachen Spiritus rectificirt und in Spiritus von 90° verwandelt. Für eine Verarbeitung von 1600000 Kil. Rüben oder täglich 10000 Kilogr. würde ein Anlagekapital von 25000 Fr. erforderlich sein. Unter der Annahme, dass 10000 Kilogr. Rüben 4 Hectoliter Spiritus von 90° liefern und wenn man 15 Proc. des Anlagecapitals für Amortisation, Zinsen auf den Betrieb der Campagne vertheilt, so wird sich die Verarbeitung von 10000 Kil. Rüben oder die Production von 4 Hectoliter Spiritus folgendermaassen berechnen.

Unkosten:

	Fr.	Ct.
10000 Kilogr. Rüben à 13,50 Fr.	135 Fr.	— Ct.
Arbeitslohn	20 „	— „
Heizung und Dampfkraft	32 „	60 „
Schwefelsäure, Beleuchtung, kleine Ausgaben . . .	5 „	— „
Fässer	16 „	— „
Oberarbeiter bei der Rectification	10 „	— „
Verkaufsunkosten	12 „	— „
Zinsen und Amortisation	22 „	80 „
Gesammtunkosten	253 Fr.	40 Ct.
Abzüglich 7000 Kilogr. Rückstände à 13,50 Fr. .	54 „	50 „
Bestehungskosten von 4 Hectoliter Spiritus von 90°	158 Fr.	90 Ct.

Es würde hiernach der Hectoliter Spiritus noch nicht ganz 40 Fr. kosten. *

26. Verfahren Leplay-Dubrunfaut.

DUBRUNFAUT machte im Jahre 1854 der französischen Landwirthschafts-Gesellschaft folgende Mittheilung:

Die in Stücke zerschnittenen Rüben können die alkoholische Gährung erleiden, wenn man die Stücke in eine gegohrene oder in Gährung befindliche Flüssigkeit bringt. Es findet dabei ein Macerations-

* Hier wie bei allen Rentabilitätsrechnungen lehnen wir jegliche Verantwortlichkeit für dieselben ab. Die Bearbeiter.

und ein Diffusionsprozess statt, denn der gebildete Alkohol findet sich sowohl in der Rübe wie in dem umgebenden Saft . . . Diese von uns seit zwei Jahren beobachtete Thatsache, wird gegenwärtig von uns zur Begründung einer neuen Industrie verwandt.

Das Verfahren wird folgendermaassen ausgeführt:

Man verschafft sich Anfangs eine Menge von Rübensaft, durch Pressen oder Maceration, welche doppelt so gross ist, wie das am ersten Tage zu verarbeitende Quantum von Rüben. 1000 Th. des Saftes werden mit 2 Th. Schwefelsäure versetzt, auf 20° erwärmt und in einem Bottich mit Hefe angestellt. Sobald die Gährung lebhaft im Gange ist, senkt man in die Flüssigkeit einen grossen von siebartig gelochtem Eisenblech gefertigten Cylinder und füllt diesen mit Rübenschnitzeln von 4 Centimeter Breite und 4 Millimeter Dicke, die vorher mit 3 Kil. Schwefelsäure auf je 1000 Kilo Rüben gesäuert sind. Nach dem Einbringen der Schnitzel muss die Temperatur des gährenden Saftes 20—24° betragen.

Die Gährung des Saftes pflanzt sich dann scheinbar auf das Innere des Gewebes der Rübe fort, denn man findet, dass nach Ablauf von 12—24 Stunden die Zellen keinen Zucker, sondern Alkohol enthalten. Es liegt aber, nach dem was wir über die Wirkung des Fermentes wissen, auf der Hand, dass eine solche Gährung des Saftes in der Zelle nur eine scheinbare sein kann. Jede Gährung erfordert eine unmittelbare Berührung des Zuckers und der Hefe, ja eine Aufnahme des Zuckers seitens des Hefepilzes. Da aber der Pilz nicht in die einzelne Zelle der Rübe eindringen kann, so ist es auch nicht möglich, dass die Gährung im Innern der Zelle verlaufen kann. Der Vorgang ist vielmehr folgender:

In dem gährenden Saft ist weniger Zucker enthalten wie in der Rübe, es wird daher ein Diffusionsvorgang eintreten. Zuckertheile werden aus der Rübe austreten und in den Saft gelangen. Da sie hier aber durch die Gährung sofort zerstört werden, so wird nach und nach aller Zucker aus den Zellen auswandern. Da andererseits die Zellen anfangs keinen Alkohol enthalten, so wird der Alkohol aus der Flüssigkeit in die Zellen eintreten und dieser Diffusionsstrom wird so lange dauern, bis der Alkoholgehalt in den Zellen dem des umgebenden Saftes gleich geworden ist. So bietet dieser Vorgang, der ohne die Kenntniss der Diffusion auf das absurdeste gedeutet worden ist, nicht die geringste Schwierigkeit der Erklärung.

Nach beendigter Gährung hängt man den Siebcylinder an einen Flaschenzug und hebt ihn aus der Flüssigkeit, um die Rübenstücke der Destillation zu unterwerfen, nachdem der grössere Theil des an-

hängenden Saftes durch die Löcher des Siebes in den Gährbottich abgetropft ist.

Zur Destillation dient ein eigener Apparat. Die Rübenstücke werden in flache, durchlöcherte eiserne Schalen gebracht, welche in der Mitte eine Oeffnung haben, durch welche die Schalen übereinander auf eine bewegliche eiserne Säule geschoben werden können. Die unterste Schale ruht dabei auf einem Fuss der Säule, man füllt sie mit den vergohrenen Rübenstücken, schiebt darauf eine zweite leere Schaale darüber, füllt auch diese u. s. f. bis eine Reihe von 3 Meter Höhe solcher mit Rübenstücken beladener Schalen gebildet ist. Der obere Theil der eisernen Säule wird dann an einen Flaschenzug gehängt, durch diesen aufgewunden und in einen 1,30 Meter weiten Cylinder des Destillirapparates nieder gesenkt. Der Cylinder wird dann oben durch seinen hermetisch schliessenden Deckel verschlossen. Am oberen Theil des Cylinders ist ein zu einem Rectificator und Condensator führendes Abzugsrohr angebracht, unten mündet ein Dampfrohr in den Cylinder. Der hier zuströmende Dampf erwärmt die Rübenstücke, verwandelt den Alkohol derselben in Dampf und führt denselben durch das Abzugsrohr dem Rectificator zu.

Unmittelbar nach der Entleerung der Gährbottiche bringt man neue Rübenschnitzel in den wieder in die gährende Flüssigkeit eingesenkten Siebcylinder und kann so die Gährung monatelang ununterbrochen mit immer neuen Schnitzeln fortführen.

Während der Gährung tritt mehr Saft aus den Rübenschnitzeln aus, als gegohrene Flüssigkeit in dieselben eintritt. Diese verwerthet man derartig, dass man jedesmal bei der Füllung des Destillationsapparates so viel Flüssigkeit aus dem Gährbottich nimmt, dass dieser nach dem Einsenken des mit den Rübenschnitzeln gefüllten Siebes nicht mehr Flüssigkeit enthält als seiner Capacität entspricht. Diese Flüssigkeit wird mit den vergohrenen Schnitzeln in den Destillationsapparat gebracht. Bei der Destillation verfährt man dann am besten so, dass man zwei oder drei Apparate unter sich und ausserdem jeden mit dem Rectificationsapparat verbindet. Nehmen wir an, es seien drei solcher Apparate vorhanden, alle drei mit frischen vergohrenen Rüben und einer entsprechenden Menge von Saft gefüllt. Lässt man dann in den ersten Apparat Dampf einströmen, bei hergestellter Verbindung mit dem Kühlapparat, so wird Anfangs, so lange die oberen Schichten der Rüben noch dephlegmirend auf die Dämpfe wirken können, ein alkoholreiches Destillat gewonnen werden. In dem Maasse wie der obere Theil des Cylinders heiss wird, wird das Destillat schwächer werden. Man schliesst nun den Hahn des Abzugsrohres und lässt den Dampf in den

zweiten Cylinder gehen. Der vom ersten kommende Dampf wird in der kalten Flüssigkeit zum grossen Theil condensirt, nach und nach erwärmt er die Flüssigkeit und die unteren Schalen, der Dampf, welcher dann oben entweicht, ist reich an Alkohol und wird in den Kühlapparat geführt. Nach und nach wird auch der obere Theil des zweiten Cylinders heiss, man lässt dann die Dämpfe des zweiten in den dritten Cylinder gehen. Mittlerer Weile wird der Inhalt des ersten Cylinders vollständig von Alkohol befreit sein. Man sperrt den Dampf ab und lässt statt dessen directen Dampf in den mit dem dritten verbundenen zweiten Cylinder treten. Während sich die Destillation in diesem beendet, entleert man den ersten und beschickt ihn mit frischen Rüben, so dass, wenn der zweite Cylinder abdestillirt ist, der dritte mit dem frischgefüllten ersten Cylinder verbunden werden kann, wodurch der Betrieb zu einem continuirlichen wird.

Wesentlich für das Gelingen dieses Verfahrens ist, dass man den Eintritt fremder Gährungen vermeidet. Man erreicht dies nach den vorliegenden Erfahrungen am besten dadurch, dass man durch Zusatz von Schwefelsäure immer einen bestimmten Gehalt an Säure erhält, der täglich zu controliren ist und auf 1000 Th. Flüssigkeit einer Menge von 2 Th. Schwefelsäure äquivalent sein soll. Der Säuregehalt des Saftes ist bei normalem Verlauf der Gährung immer etwas geringer, als man nach der Menge der angewandten Schwefelsäure vermuthen sollte. Diese Neutralisation führte Leplay auf die Vermuthung, dass während der Gährung Ammoniak oder ein anderer Körper von alkalischen Eigenschaften gebildet werde. Dies ist jedoch nicht der Fall, es ist wahrscheinlicher, dass die Neutralisation eines Theiles der Säure dadurch herbeigeführt wird, dass die Schwefelsäure die in grosser Menge in den Rüben vorkommenden pectinsauren Salze unter Abscheidung unlöslicher Pectinsäure zersetzt.

Die bei der Destillation zurückbleibenden Schnitzel betragen ihrer Menge nach ca. 40 Proc. vom Gewicht der angewandten Rüben. Sie bilden ein wasserreiches Futter, lassen sich aber in Gruben eingestampft lange Zeit erhalten. Die zurückbleibende Flüssigkeit ist durch den condensirten Dampf sehr verdünnt und wird gewöhnlich nicht benutzt, obgleich sie alle gelösten Bestandtheile des Saftes enthält.

27. Spiritusgewinnung aus der Melasse der Zuckerfabriken.

Im Handel finden sich drei verschiedene Sorten von Melassen: die der Colonialzuckerfabriken, die der Zuckerraffinerien und die der Rübenrohzuckerfabriken. Von diesen haben nur die letzteren für die europäische Spiritusfabrikation Bedeutung. Die ersteren werden in den

Colonien theils für sich, theils unter Zusatz von Zuckerrohrsaft, namentlich von verdorbenem Zuckerrohr, durch Gährung und Destillation in Rum verwandelt. Der auf den europäischen Markt kommende Theil der Colonialmelassen hat, wegen seiner Verwendung als Nahrungsmittel zu hohen Preis, um auf Spiritus verarbeitet zu werden. Die Raffineriemelassen werden vielfach zur Verfälschung der indischen Melasse verwandt, nur der schlechteste Theil derselben findet neben den Rohzuckermelassen seinen Weg in die Brennerei.

In dem concentrirten Zustande, wie die Melasse von den Zuckerfabriken geliefert wird, ist dieselbe nicht gährungsfähig. Sie muss daher mit Wasser verdünnt werden. Man erreicht dies am besten indem man das Fass mit geöffnetem Spundloch über einen mit siedendem Wasser gefüllten Kessel stürzt. Durch die Wärme wird der dicke Syrup verflüssigt und fliesst in das heisse Wasser, mit welchem man ihn durch Umrühren mit einem Spatel mischt. Zweckmässigerweise lässt man, nachdem der grösste Theil der Melasse ausgeflossen ist, einen Dampfstrahl durch das abwärts gerichtete Spundloch des Fasses strömen. Der Dampf verdichtet sich an den kalten Wandungen des Fasses, erwärmt diese, macht den Syrup flüssig, spült den Rest des an den Wandungen haftenden ab und bewirkt so zugleich eine Reinigung des Fasses.

Die heisse concentrirte Melassenlösung wird mit so viel kaltem Wasser vermischt, bis sie 20° am Saccharometer zeigt. Sie wird dann mit so viel Schwefelsäure vermischt bis ihre, durch Gegenwart von Zuckerkalk, Alkali etc. veranlasste alkalische Reaction gerade verschwunden ist und blaues Lakmuspapier eben deutlich geröthet wird.

Man regelt die Temperatur der concentrirten Flüssigkeit so, dass sie nach dem Zusatz der erforderlichen Menge von kaltem Wasser ca. 22°, im Winter einen oder zwei Grad mehr, im Sommer eben so viel weniger zeigt. Die Flüssigkeit wird dann entweder durch Presshefe, oder in deutschen Fabriken häufiger durch Malzhefe in Gährung gebracht.

Die Gährung tritt bald ein und giebt sich durch das Auftreten kleiner Bläschen von Kohlensäure am Rande des Bottichs zu erkennen, nach und nach entwickelt die Flüssigkeit an ihrer ganzen Oberfläche Kohlensäure und bildet einen weissen Schaum. Wird der Schaum so stark, dass die Flüssigkeit über die Ränder des Bottichs zu steigen droht, so giesst man etwas in Wasser gelöste Schmierseife auf den Schaum, wodurch dann gewöhnlich ein Zusammensinken desselben herbeigeführt wird, während die Entwicklung der Kohlensäure gleichmässiger verläuft. Beim Fortschreiten der Gährung steigt die Tempe-

ratur der Flüssigkeit, ihre Dichte wird in demselben Maasse geringer.

Die Steigerung der Temperatur, so wie die Abnahme der Saccharometeranzeige sollte täglich Morgens und Abends beobachtet und notirt werden, um durch diese Notizen einen Ueberblick über den mehr oder weniger regelmässigen Verlauf der Gährung während der Campagne zu erlangen.

Die Gährung der Melasse ist beendet, sobald die Schaumdecke von selbst verschwindet und die Kohlensäureentwicklung aufhört. Man sollte dann die Destillation sofort vornehmen, um weitergehende Veränderungen, Säurebildung der vergohrenen Flüssigkeit zu verhüten.

In einer gut geleiteten Melassenbrennerei ergaben sich folgende Beobachtungen beim Verlauf einer Gährung: Der Gährbottich hatte einen mittleren Durchmesser von 2,86 M., die innere Höhe desselben betrug 2,85 M., der Stand der Flüssigkeit (Melasse von 20° S.) 2,40 M. Der Totalinhalt berechnet sich daher auf 261 Hectoliter Flüssigkeit, worin 5300 Kilogr. Melasse von 75° S. (40° B.); zur Neutralisation waren 53 Kilogr. Schwefelsäure, zum Anstellen 80 Kilogr. Hefe verwandt.

	Saccharometer-Anzeige	Temperatur
Beim Anstellen . .	20°	22¼°
Am zweiten Tage . .	18°	24°
„ dritten „ . .	12,6°	30°
„ vierten „ . .	6,6°	33¾°
„ fünften „ . .	5,5°	35°

Die vergohrene Flüssigkeit ergab einen Gehalt von 6,8 Proc. Alkohol, wonach sich eine Ausbeute von 1774,8 Liter reinem Alkohol, oder 28 Liter auf 100 Kilogr. Melasse berechnet.

Bei der Gährung der Melassen hat man es so viel wie möglich zu vermeiden, dass die Temperatur der Flüssigkeit bis auf 36° oder darüber steige, weil bei höheren Wärmegraden leicht eine Umbildung des fertigen Alkohols in Essigsäure stattfindet. Man vermeidet eine solche Temperatursteigerung am besten durch niedere Anfangstemperatur. Sollte die Gährung trotzdem so stürmisch verlaufen, dass eine Ueberschreitung dieses Wärmegrades zu befürchten ist, so kann man (in Deutschland erlaubt es jedoch gegenwärtig das Steuergesetz nicht) eine Abkühlung dadurch herbeiführen, dass man die gährende Flüssigkeit in einen anderen, vorher durch kaltes Wasser abgekühlten Bottich bringt, oder dass man sie durch einen Röhrenkühlapparat leitet.

Bei Anwendung schlechten Fermentes können die früher bereits vielfach erwähnten Uebelstände von secundären Gährungen eintreten. Neben der Alkoholgährung verläuft Milchsäuregährung, ausserdem wird

durch ein besonderes Ferment die sogen. Schleimgährung hervorgerufen, durch welche die ganze Flüssigkeit in eine fast gallertartige Masse verwandelt wird, und endlich bemerkt man, namentlich bei Anwendung faulenden Fermentes, neben der Entwicklung der Kohlensäure, das Auftreten braunrother, die Athmungsorgane lebhaft reizender Dämpfe von Untersalpetersäure, hervorgerufen durch die Zersetzung salpetersaurer Salze, die in grösserer oder geringerer Menge in jeder Melasse enthalten sind.

Gegen alle diese Unfälle der Gährung giebt es neben der Sorge für richtig beschaffenes Ferment nur ein Hülfsmittel. Es ist die absoluteste Reinlichkeit in allen Gefässen, im ganzen Locale. Jeder Gährbottich sollte nach jeder Verwendung auf das sorgfältigste gereinigt werden, jede Spur von Bodensatz; der Träger der fremden Fermente, sollte vollständigst beseitigt werden, das ganze Local, in welchem die Gährbottiche aufgestellt sind, sollte regelmässig gesäubert und mit nicht porösem, aller Flüssigkeit raschen Abzug gewährenden Fussboden versehen sein. Die Unfälle der Gährung sind sehr vielfach auf Vernachlässigungen in dieser Beziehung zurückzuführen. Treten sie trotzdem ein, so lässt sich ihnen nicht anders steuern, als indem man alles, was Ferment heisst vollständig beseitigt, gründlichste Reinigung aller im Gebrauch befindlichen Utensilien vornimmt und dann mit frischer Hefe beginnt.

Man hat vielfach Versuche gemacht, einen Vorrath von Hefe längere Zeit zu conserviren. Zu dem Behuf hat man die Hefe mit concentrirter Melasse gemischt, oder sie nach dem Abpressen nach Zusatz von Holzkohlenpulver oder von Stärkmehl bei niederer Temperatur getrocknet. Diese Methoden gewähren jedoch nur einen sehr zweifelhaften Nutzen, da es nicht zu vermeiden ist, dass während längerer Aufbewahrung ein grosser Theil der Hefenpilze abstirbt und da durch das Trocknen, wenn nicht äusserst sorgsam verfahren wird, die sichere Tödtung der Pilze bewirkt wird, und da es bei dem Trocknen weiter nicht zu vermeiden ist, dass dem Hefepilz durch Luftströmungen tausende von Keimen fremder Pilze zugeführt werden. Für unsere Verhältnisse hat die Conservirung der Hefe jedoch auch sehr geringe Bedeutung, da man wohl überall fast täglich gute Presshefe haben kann und da man bei richtiger Behandlung der Malzhefen immer seinen Bedarf sich verschaffen kann.

Wenn man mit der Verarbeitung der Melasse die Gewinnung der darin enthaltenen Kalisalze verbinden will (Vergl. Bd. I. S. 559) so hat man ein Interesse daran die Schlempe in einem möglichst concentrirten Zustande zu erhalten, um an Verdampfungskosten zu sparen.

Man erreicht dies durch eine Modification des Destillationsapparates, die darin besteht, dass man die Colonne der zweiten Blase des Apparates Derosne in zwei Hälften theilt und diese so arbeiten lässt, dass die aus den Dämpfen condensirte Flüssigkeit, der Lutter, nur zum geringeren Theile in die Blase zurückfliesst, sondern in einer besonderen Lutterblase rectificirt wird. Einen solchen Apparat zeigt Figur 128. Die Blase A communicirt auf die gewöhnliche Weise mit der Blase B und diese trägt eine verhältnissmässig niedere Colonne C, von welcher die Dämpfe durch das Rohr D in die dritte Blase B′ mit ihrer Colonne C′ und von dort durch E in den Dephlegmator F und den Condensator H gehen.. Die zu destillirende

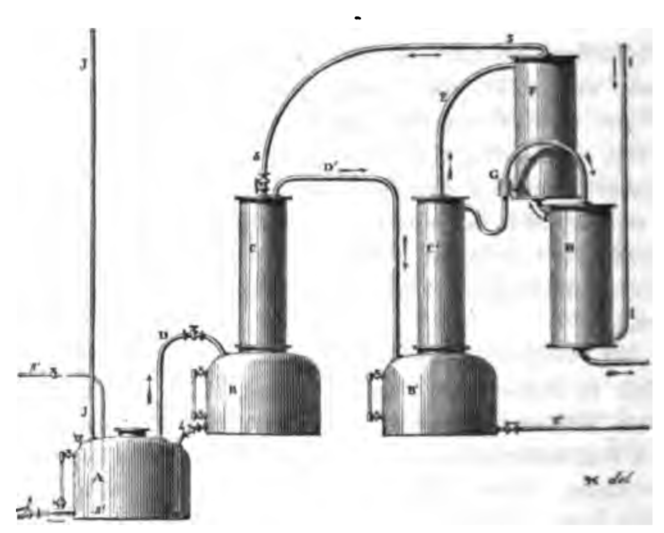


Fig. 128.

Flüssigkeit gelangt aus dem Hochreservoir in den Condensator, von da in den Dephlegmator und fliesst nun erwärmt, mit Umgehung der Blase B′, unmittelbar auf die Colonne C. Die Flüssigkeit, welche im Dephlegmator F condensirt wird, gelangt dagegen durch das gebogene Rohr G auf die Colonne C′ und fliesst den Alkoholdämpfen entgegen in die Blase B′. Der letzteren führt man etwas Wärme zu, indem man sie auf den abgehenden Zug der Feuerung des Dampfkessels stellt. Die alkoholische Flüssigkeit welche sich in ihr sammelt, den Lutter, macht man auf die Weise zu gute, dass man von Zeit zu Zeit, wenn sich die Blase fast gefüllt hat, directen Dampf einleitet, der Alkohol destillirt dann ab, die zurückbleibende Flüssigkeit, die ausser

Wasser noch die Gesammtmenge des in der Colonne und dem Dephlegmator verdichteten Fuselöls enthält, wird durch B'' abgelassen. Oder man kann auch auf die Weise verfahren, dass man den Lutter aus B'' abfliessen lässt und denselben in einem besondern Apparate rectificirt.

28. Fabrikation des Spiritus aus verschiedenen anderen Materialien.

Ausser den Rohmaterialien, deren Verarbeitung wir beschrieben haben, dem Wein, Obstwein, Bier, Obst, Getreide, Kartoffeln, Rüben, Melasse hat man verschiedene andere für die Alkoholgewinnung theils vorgeschlagen, theils wirklich verwandt.

Kastanien und Eicheln. Diese stärkmehlhaltigen Materialien können unzweifelhaft, da wo sie in grossen Massen zu haben und billig zu sammeln sind für die Spiritusfabrikation verwandt werden. Sie brauchten nur gedämpft und zerquetscht zu werden, um ihr Stärkmehl durch Malz oder durch Schwefelsäure zu verzuckern.

Asphodill. Die Zwiebel dieser zu den Liliaceen gehörenden Pflanze ist sehr reich an Zucker und kann im südlichen Frankreich und in Algier, wo sie vielfach wild wächst, zur Alkoholfabrikation dienen. Eine Cultur derselben dürfte jedoch kaum räthlich sein, da die Zwiebel 3—5 Jahre bedarf um zu einer ansehnlichen Grösse heranzuwachsen. Man hat auf die Weise Alkohol daraus gewonnen, dass man die Zwiebel zerrieben, den Saft abgepresst, die Presslinge von neuem unter Zusatz von Wasser gepresst und den Saft durch Zusatz von Hefe in Gährung gebracht hat. Aus 100 Kilogr. Zwiebeln sind so 8 Liter reiner Alkohol dargestellt.

Topinambur. Die Knollen des Topinambur, Erdbirne, Helianthus tuberosus, enthalten ausser einer grossen Menge von Zucker einen dem Zucker sehr nahestehenden, und mit Leichtigkeit in diesen überführbaren Körper, das Inulin. Die Knollen werden entweder wie Rüben zerrieben, oder wie Kartoffeln gedämpft und zerquetscht, mit ganz wenig Malz verzuckert und dann wie Kartoffelmaische vergohren. Die Ausbeute beträgt 4½ Procent Alkohol vom Gewichte der Knollen. Die Schlempe ist vortreffliches Futter für alle Arten von Thieren. Da die Cultur dieser Pflanze ausserordentlich leicht ist, da sie selbst auf schlechtestem Boden gedeiht, so ist sie für die Spiritusfabrikation mehr in Beachtung zu ziehen, als dies bis jetzt geschehen ist.

Carotten, Möhren, Wurzeln. Sie enthalten geringe Mengen von Zucker und können auf gleiche Weise verarbeitet werden wie Zuckerrüben. Lohnende Erträge für die Spiritusfabrikation sind jedoch davon nicht zu erwarten.

Zuckerhirse. Sorghum saccharatum. Der Saft der ganzen Pflanze ist zur Zeit der Reife sehr reich an Zucker. Man kann den Saft durch Zerquetschen und Auslaugen gewinnen und mit Hefe vergähren lassen. Da die Zuckerhirse in unserem Klima aber nicht, oder nur ganz ausnahmsweise zur Reife kommt, so hat auch sie, obwohl vor einigen Jahren sehr warm empfohlen, für unsere Spiritus-Industrie keine Bedeutung.

Holz und Papierstoff siehe den Art. Papierfabrikation.

29. Abflusswässer der Spiritusfabriken.

Die Abflusswässer der mit Verwerthung der Schlempe arbeitenden Rohspiritusfabriken sind als vollständig harmlos zu bezeichnen, sie nehmen die Unreinigkeiten der Kartoffelwäsche auf, die in Senkgruben mit Leichtigkeit zu sammeln sind, ferner die Spülwasser der Gährbottiche und des Destillationsapparates, hier bleiben aber so geringe Rückstände, dass man solche Wasser ohne jegliche Besorgniss in die nächsten Wasserläufe führen kann. Anders verhält es sich mit den Abflusswässern solcher Rübenspiritusfabriken, die ihre Schlempe nicht oder nur theilweis verwerthen. Lässt man diese in öffentliche Gewässer, Teiche, Bäche fliessen, so wird in kurzer Zeit Fäulniss eintreten und es werden alle die Uebelstände, nur in noch höherem Maasse hervorgerufen werden, welche wir oben bei den Abflusswässern der Zuckerfabrikation geschildert haben. Man beseitigt dieselben am besten, indem man sie zur Berieselung des Bodens verwendet, die Erde nimmt dabei alle fäulnissfähigen Materien auf und lässt reines Wasser abfliessen. Erlauben die Terrain-Verhältnisse eine solche Verwendung nicht, so sollte man jedenfalls eine Desinfection des Wassers nach dem Süvern'schen Verfahren vornehmen, wie oben S. 323 beschrieben ist.

Ist die Spiritusfabrik mit einer Schlempekohlefabrikation verbunden, so sind die von den Verkohlungsöfen ausströmenden Gase von nicht minderer Unannehmlichkeit. Sie erfüllen die Luft mit einem widerwärtigen Gestanke und geben zu gerechten Beschwerden der Nachbarschaft Veranlassung. Man kann diese riechenden Substanzen, Producte der trockenen Destillation und der unvollständigen Verbrennung aller der nicht gährungsfähigen Bestandtheile der Melasse, theilweis zerstören, indem man hinter dem Verkohlungsraum ein lebhaft brennendes Feuer unterhält, durch welches diese Gase zu streichen haben ehe sie ins Freie entweichen. Aber auch dieses Mittel gewährt nur sehr unvollständige Abhülfe, da sie, um einen guten Zug des Ofens zu erhalten, zu rasch durch das Feuer passiren müssen, als dass sie

dabei vollständig zu Kohlensäure, Wasser und Stickstoff verbrennen könnten. Man hilft dem Uebelstande, allerdings auf eine ziemlich unvollkommene Weise, dadurch ab, dass man die Dämpfe mittelst eines hohen Schornsteins in höhere Schichten der Atmosphäre leitet, wo sie mit so viel reiner Luft verdünnt werden, dass ihr Geruch minder bemerkbar wird.

Papier.

1. Geschichtliches. 2. Zusammensetzung und Eigenschaften. 3. Rohmaterialien (Lumpen, Holz, Stroh). 4. Fabrication des gewöhnlichen Papiers. 5. Gefärbtes Papier. 6. Andere Papiersorten. 7. Cartons. 8. Prüfung.

1. Geschichtliches.

Das Papier war in den frühesten Zeiten menschlichen Culturlebens noch vollkommen unbekannt; denn die ältesten Aufzeichnungen befinden sich nicht auf Papier, sondern zuerst auf Steinen und Ziegeln, später auf Holz, Baumrinden, Blättern, auch auf Knochen, Häuten, Metallplatten etc. Zu den Zeiten der Eroberungszüge Alexanders des Grossen kam der, namentlich in Alexandrien fabricirte, Papyrus auf und wurde in der Folge hauptsächlich zu Aufzeichnungen benützt. Derselbe wurde aus der Papyrusstaude, einer an den Ufern des Nils wachsenden Pflanze, bereitet. Die Fasern dieser Pflanze wurden auf einem Tisch der Länge nach dicht neben einander gelegt, darüber eine zweite ebensolche Lage, jedoch so, dass die Fasern der unteren Lage sich mit denen der oberen kreuzten. Das Ganze wurde hierauf mit Wasser* befeuchtet und durch Reiben mit einem Zahn, oder durch Hämmern so zusammengepresst, dass es sich zu einem Blatt vereinigte. „So, sagt Plinius (XIII. 26), von welchem diese Beschreibung stammt, ist das Papier beschaffen, auf welches die Werke von Cicero, Augustus und Virgil geschrieben sind, die ich so oft unter den Augen habe."

Ebenso wie der Papyrus wurde in früheren Zeiten und wird sogar jetzt noch das Pergament zu Aufzeichnungen benützt. Dasselbe soll im 3. Jahrhundert v. Chr. von Eumenes, König von Pergamum, erfunden worden sein. Es wurde aus den Fellen des Esels, des Schafes, des Schweines, der Ziege und anderer Thiere bereitet, ein Material, welches jedoch, wie oben erwähnt, schon in den frühesten Zeiten, also auch vor den Zeiten des Eumenes, nur in weniger zubereiteter Weise, zu Aufzeichnungen benützt wurde.

---

* Nach Höfer, Histoire de la Chimie Bd. I. S. 207, mit essighaltiger Zuckerlösung.

Die Erfindung der Bereitung von Papier aus Pflanzenfasern und deren Geweben muss auf die Chinesen zurückgeführt werden, welche schon vor 2000 Jahren die Kunst der Papierfabrication kannten und welche auch jetzt noch die feinsten Papiersorten liefern. Ihre Methode ist noch ziemlich dieselbe wie in den ältesten Zeiten und von derselben Unvollkommenheit wie das auch bei uns noch in manchen alten Papiermühlen übliche Verfahren der Bereitung des sogenannten Handpapiers.

Das chinesische Verfahren der Papierbereitung wurde gegen das Jahr 650 n. Chr. in Persien bekannt und kam von hier aus um 700 nach Arabien. Die Araber verpflanzten dasselbe nach Spanien, von wo aus es sich dann nach Frankreich, Deutschland und England verbreitete. Die ersten Papierfabriken in Frankreich entstanden zu Anfang des 14. Jahrhunderts zu Troyes und dann zu Essonne, die ersten in Deutschland theils noch im 13. Jahrhundert (Ravensburg 1290), theils erst im 14. (Kauffbeuren 1312, Nürnberg 1319, Augsburg 1320 etc.). Die englischen Papierfabriken entstanden erst später, im 15. und 16. Jahrhundert. Verhältnissmässig sehr ausgebildet war früher die Papierfabrikation in Holland, von wo auch die Entdeckung der sogenannten „Holländer“ ausgieng, Apparate, welche dazu dienen, die Lumpen mittelst Walzen die mit geschärften Schienen besetzt sind, zu zerreissen, statt sie wie früher auf die sehr umständliche Weise mittelst Schlägeln zu zertheilen. Zu Crompton, einer der bedeutendsten industriellen Etablissements, wurden zuerst mittelst Dampf erhitzte Walzen zum Trocknen des Papiers zur Anwendung gebracht.

Bedeutende Fortschritte waren in der Papierfabrication durch Entdeckung der künstlichen Sodabereitung, sowie der künstlichen Bleichmittel, wie Chlor und unterchlorigsaure Salze, bedingt.

Der neueste Umschwung in der Technik der Papierfabrication wurde durch die Verwendung von Lumpensurrogaten, namentlich von Holz und Stroh hervorgerufen.

2. Zusammensetzung und Eigenschaften.

Das Papier ist zu betrachten als eine filzartig zusammenhängende Masse von feinen Pflanzenfäserchen, die dadurch hergestellt wird, dass man die in der Natur sich findenden Pflanzenfaserstoffe oder die Gewebe derselben zur Befreiung von fremden Bestandtheilen einem gründlichen Reinigungsprozess unterwirft, sie dann fein zertheilt, mit Wasser zu einem Brei anrührt, letzteren auf einer ebenen Fläche ausbreitet und durch Entziehen des Wassers die ineinander verschlungenen Fäserchen zu einer gleichmässig dicken festen Masse vereinigt. Demnach besteht

das Papier aus Pflanzenfäserchen, die ihrerseits möglichst reine Cellulose (siehe S. 1) sind.

Die wesentlichsten Eigenschaften des Papiers, nach welchen auch seine Güte beurtheilt wird, sind Festigkeit, Glanz u. Glätte der Oberfläche, Farbe, Durchsichtigkeit und Dauerhaftigkeit. Das Papier soll dem Zerreissen einen gewissen Widerstand entgegensetzen, muss für gewisse Zwecke eine rauhe Oberfläche besitzen und undurchsichtig sein, für andere wird glattes und durchsichtiges Papier verlangt. Sehr wesentlich ist für das Schreibpapier der Grad seiner Weisse, sowie seine Dauerhaftigkeit d. h. die Eigenschaft im Lauf der Zeit seine Farbe und Festigkeit möglichst wenig zu verlieren.

8. Rohmaterialien.

Zur Fabrication des Papiers verwendet man fast ausschliesslich Faserstoffe, die aus dem Pflanzenreiche stammen; indem diese in weit höherem Grade als die Faserstoffe des Thierreichs die Eigenschaft besitzen, sich zu einem festverfilzten Blatt vereinigen zu lassen. Diese Faserstoffe kommen entweder als Abfälle von verbrauchten Geweben derselben, als Lumpen oder Stratzen zur Anwendung, oder sie werden extra für die Papierfabrication zubereitet und werden dann Surrogate für die Lumpen genannt.

Bei den Lumpen kommen hauptsächlich zwei Sorten von Fasergeweben in Betracht, die Leinwand- und die Baumwollumpen.

Die Fasern der Leinwandstoffe bilden runde Röhren mit dicken Wandungen, welche aus concentrischen Aufeinanderlagerungen von Cellulose gebildet sind. Die Festigkeit dieser Röhrchen nimmt von innen, den neueren Bildungen, nach aussen, den schon länger gebildeten Theilen, zu. Jede einzelne Faser ist an beiden Enden zugespitzt, von glatter Oberfläche, biegsam und so fest, dass sie einem beträchtlichen Druck unterworfen werden kann, ohne gequetscht oder glatt gedrückt zu werden.

Die Baumwollfaser ist ebenfalls aus kleinen Röhrchen gebildet, deren Wandungen weit dünner sind, als die der Leinenfaser. In Folge dessen besitzen diese Fasern eine weit geringere Festigkeit und werden schon bei ganz schwachem Druck bandartig zusammengepresst. Während die Leinenfaser an beiden Enden zugespitzt ist, zeigt dies die Baumwollfaser nur an dem einen Ende. Diese beiden Umstände bedingen eine schwerere und weniger feste Verfilzung der Baumwollfasern und Baumwollumpen sind desshalb zur Papierfabrication weit weniger geeignet als Leinenlumpen. Letztere liefern ein festeres und glatteres Papier.

Woll- und Seidenstoffe eignen sich nicht für Papierfabrication, ihre Fasern sind nicht hohl, in Folge dessen zu steif, auch zu hart und zu stark federnd. Sie werden nur zu Packpapieren verwendet.

Von grosser Bedeutung für die Papierfabrikation sind in neuerer Zeit die Surrogate der Lumpen geworden, unter diesen vor Allem das Holz und das Stroh.

Holz. Von den verschiedenen Holzarten eignen sich insbesondere diejenigen als Ersatz für die Lumpen in der Papierfabrication, welche ein weniger dichtes Gefüge besitzen, sich also leicht in einen feinzertheilten Zustand überführen lassen. Es sind dies vor Allem leichte Hölzer wie Kiefer-, Fichten-, Pappel-, Birken-, Linden-, Weissbuchenholz etc.

Es kommt bei der Präparation des Holzes zur Papierfabrication darauf an, die einzelnen Fasern desselben möglichst zu isoliren und von der inkrustirenden Materie, wie Harz, Albumin, Gerbsäure, Oel etc. zu befreien. Es geschieht dies entweder auf mechanischem, oder auf chemischem Weg, oder auch mit Hülfe beider.

Das bemerkenswertheste mechanische Verfahren zur Präparation des Holzes stammt von Woelter, dessen Maschinen in sehr grosser Zahl in Deutschland, Belgien und in Frankreich sich in Anwendung befinden. Die Fabriken von Pontcharra (bei Grenoble, Isère) und Domène produciren mit 4 Maschinen jeden Tag 2000 Kilogramm trockne Holzmasse.

Bei dem Verfahren von Woelter wird das Holz unter fortwährendem Aufspritzen von Wasser geschliffen, indem man es gegen einen Schleifstein parallel seinen Fasern oder der Achse des Baumes anpresst. Der Woelter'sche Apparat besteht aus 3 Haupttheilen: 1) Der Defibreur oder Zerfaserungsapparat, bestehend aus einem Schleifstein aus Sandstein, welcher von so rauher Reibfläche sein muss, dass er das dagegen gepresste Holz zerreisst und zerfasert; 2) der Epurateur oder Sortirapparat, bestehend aus einer Reihe von Trommeln, die mit Metallsieben von verschiedener Maschenweite versehen sind. Durch dieselben werden die Fasern in Wasser vertheilt in verschiedene Sorten geschieden; 3) der Raffineur, mittelst welchen die schlechteren, groberen Sorten des Holzzeugs in einen feinen Brei verwandelt werden.

Defibreur oder Zerfaserungsapparat. Derselbe besteht aus dem Schleifstein, dessen Durchmesser 1 Meter 20 Centimeter, dessen Dicke 40 Centimeter beträgt. Seine Achse liegt horizontal in 2 Lagern aus Gusseisen. Die Umdrehungsgeschwindigkeit ist 150 in der Minute und verlangt einen Aufwand von Kraft gleich 45 bis 55

Pferdekräften. Eine WOELTER'sche Zerfaserungs-Maschine von 50 Pferdekraft liefert täglich nicht mehr als ca. 500 Kilogramm verkäufliches Holzzeug. Dieser bedeutende Kraftverlust im Verhältniss zur Ausbeute beschränkt die Anwendung der Maschine auf die Gebirgsgegenden, in welchen Wasserkraft und Holz in Ueberfluss vorhanden sind; unter der Bedingung jedoch, dass die Nähe der Papierfabriken die Kosten des Transportes nicht zu sehr erhöhen. Es kommt dies um so mehr in Betracht, als das Holzzeug, um seine Verwendung zu erleichtern, mit 50—60 p. C. Wasser verschickt werden muss.

Ueber dem Schleifstein sind fünf oder, je nach seiner Grösse, auch mehr eiserne Kasten befestigt, welche das zu zerreibende Holz aufnehmen. Letzteres wird in Klötze von 35—37 Centimeter Länge zersägt, mit seinen Fasern parallel der Achse des Schleifsteins in die Kasten gelegt und vermittelst Schrauben gegen den rotirenden Stein angepresst. In jedem Kasten wirkt eine Schraube, jedoch so, dass sie selbst sich nicht dreht; es werden vielmehr sämmtliche Schraubenmuttern vermittelst einer Schraube ohne Ende in drehende Bewegung versetzt. In jeder Stunde rückt der Holzklotz 25—90 Centimeter vor. Ueber dem Stein befinden sich Wasserhähne zum Zuleiten des Wassers, welches immer in solcher Menge vorhanden sein muss, dass die Reibflächen vollkommen nass sind. Der Holzbrei fliesst in einen unter dem Stein befindlichen Sammelkasten ab.

Epurateur oder Sortirapparat. Derselbe besteht aus einer Reihe hintereinander stehender Tröge, in welchen je eine Siebtrommel mit horizontaler Achse befestigt ist. Die Trommeln haben einen Durchmesser von 30 Centimeter, eine Länge von 1 Meter und sind vollständig mit Metalldrahtgewebe bespannt, die folgende mit immer feinerem als die vorhergehende. Der Holzbrei wird nach dem Zerfasern aus dem Sammelkasten unter dem Schleifstein durch eine grobe Siebtrommel geleitet, auf welcher die grobsten Theile zurückbleiben, alsdann lässt man dieselben in einem Absatzkasten kurze Zeit stehen; es setzt sich dabei besonders der Sand ab, der beim Zerreiben vom Schleifstein mit abgerieben wurde. Von hier giebt man den Brei auf die erste Sortirtrommel und zwar so, dass er aus dem Trog in die Siebtrommel dringt. Ein Theil des Holzzeugs bleibt darauf zurück, die feineren Fasern gehen durch und gelangen durch die hohle Axe der Trommel auf die zweite Siebtrommel, auf welcher wieder ein Theil zurückgehalten wird. Von hier geht der Brei weiter auf die dritte, eventuell auf die vierte und fünfte Trommel je nachdem man ein System von nur 3 oder von 5 Sortirtrommeln hat. Aus der letzten Trommel darf nur Wasser austreten, es müssen also die Maschen des

Siebes so eng sein, dass sie auch noch die feinsten Fäserchen zurückhalten. Die Umdrehungsgeschwindigkeit der Trommeln ist verschieden: die 1te macht 30-36, die 2te 15—18, die 3te und 4te 18—20, die 5te 15 Umdrehungen in der Minute. Das auf dem Aeusseren sich ansammelnde Holzzeug wird mittelst einer kleinen Walze abgeschabt und in einen Sammelkasten geworfen.

Der Raffineur besteht aus zwei Mahlsteinen, von welchen der untere fest steht, der obere auf dem unteren wie in einem Mahlgang rotirt. In diesen Apparat werden diejenigen Fasern gegeben, welche auf der ersten, oder auf den beiden ersten Siebtrommeln des Sortirapparates zurückbleiben und werden dabei zu einem feinen Brei zerrieben, der von Neuem auf den Sortirapparat kommt. Die Thätigkeit des Raffineurs fällt demnach zwischen die des Sortirapparates, indem die auf dem letzteren abgeschiedenen groben Fasern zu einem feineren Brei zerrieben werden, um dann noch einmal den Sortirapparat zu passiren.

Der Gesammtverlust an Holz beträgt bei diesem Woelter'schen Verfahren 50 p. C.

Der grösste Uebelstand bei der Bereitung geschliffenen Holzstoffs ist die Unmöglichkeit mit Chlor oder Chlorkalk zu bleichen, indem die Holzfasern sich dabei gelb bis braun färben. Verwendet man dagegen ungebleichten vollkommen weiss aussehenden Holzstoff, so dunkelt das daraus bereitete Papier am Licht sehr rasch nach. Ein gutes Bleichmittel für geschliffenen Holzstoff ist noch aufzufinden. Schweflige Säure ertheilt dem Holzstoff eine hellgelbe Farbe; Oxalsäure, welche seiner Zeit von verschiedenen Seiten empfohlen wurde, zeigt beinahe gar keine Wirkung.

Graf v. Falkenhayn (Bayern) liess sich eine Holzzerfaserungshalbzeugmaschine patentiren, bei welcher das Holz durch Anpressen gegen eine mit sägeartig gezahnten Stahlfraisen besetzte gusseiserne Trommel geraspelt wird. Die Masse kann in dem Zustand, in welchem sie von der Trommel kommt, als Zusatz zu ordinären Papieren verwendet werden. Um sie auch für feinere Papiere verwendbar zu machen, lässt man sie noch durch zwei spiralig cannelirte gusseiserne Walzen hindurchgehen. In 24 Stunden können mittelst dieser Maschine 10 Centner Fichtenholz zerfasert werden.

Aehnliche Holzzerfaserungsmaschinen sind noch in grosser Zahl construirt worden. Es gehört dazu auch die vielbesprochene von Decker und Comp. 1867 zu Paris ausgestellte Maschine.

Der geraspelte Holzstoff steht in Bezug auf Qualität hinter dem geschliffenen zurück, indem bei demselben die einzelnen Fasern

zu sehr zerstört sind. In Folge dessen ist die Verfilzung eine viel geringere und das Papier wird weniger fest.

Holzzeugfabrication mittelst chemischer Agentien. Schon seit langer Zeit verstand man es, aus Holz, Stroh und vielen anderen Pflanzenfaserstoffen die Cellulose mittelst chemischer Agentien von den incrustirenden Materien zu befreien und in reinem Zustand darzustellen. Indem man die Erfahrungen, die man im Kleinen gemacht hatte, auf die Praxis im Grossen übertrug, kam man zu einigermaassen brauchbaren Methoden der Präparation des Holzes zur Papierfabrication.

In der schönen Fabrik zu Pontcharra behandeln Neyret, Orioli und Frédet Holzscheibchen von 5 Millimeter Dicke oder Holzspäne in der Wärme mit einer Art von Königswasser, dann in einem verschlossenen doppelwandigen Gefäss mit Ammoniak oder Soda, und befreien das Holz auf diese Weise von der inkrustirenden Materie. Ein hierauf folgender Bleichprozess mit Chlorkalk, sowie ein Waschprozess genügen, um ein schön weisses und reines Holzzeug zu erhalten, welches ein ausgezeichnetes Surrogat für Lumpen bildet. Das Verhältniss zwischen Salpetersäure und Salzsäure muss dabei nach Z. Orioli so gewählt werden, dass auf 1 Th. der ersteren 4 Th. der letzteren kommen. Nimmt man mehr Salzsäure so wird das Holz gebräunt.

Behandlung mit Königswasser in der Kälte. Die wohlgetrockneten, 5 Millimeter dicken Holzscheibchen werden in ein kaltes Gemisch von 94 p. C. starker, 21 grädiger Salzsäure und 6 p. C. Salpetersäure, die sich in einem cylindrischen, 900 Liter fassenden Steingutbehälter befinden, eingetragen und 6 bis 12 Stunden mit dem Königswasser in Berührung gelassen. Das Holz absorbirt etwa 50 p. C. seines Gewichtes von der Säure, der Ueberschuss der letzteren wird mit frischem Königswasser vermischt zu einer folgenden Operation verwendet; ein Theil der färbenden Substanzen wird in Pikrinsäure umgewandelt, die inkrustirende Materie wird theils gelöst, theils in löslichen Zustande übergeführt, während die faserige Zellsubstanz bei richtiger Behandlung nicht angegriffen wird.

Behandlung mit heissem Königswasser. Dieses Verfahren ist dem vorhergehenden vorzuziehen, weil dabei die Cellulose mehr geschont, die fremden Substanzen dagegen stärker angegriffen werden. Man nimmt auf 100 Theile Holz 260 Theile eines Königswassers, bestehend aus 6 Theilen starker Salzsäure, 4 Theilen Salpetersäure und 250 Theilen Wasser, jedenfalls soviel Flüssigkeit, dass sämmtliche Hofzscheiben darein eintauchen. Die ganze Operation wird in einem Holztrog ausgeführt, dessen Boden aus einer Granitplatte besteht, die

ihrerseits mittelst Kautschuk an den Rand des Holztroges gedichtet ist. Sobald dieser Trog mit dem Königswasser und dem Holz beschickt ist, wird durch ein Holzrohr, an dessen Spitze ein Ventil das Zurückdringen des Königswassers in die Dampfröhrenleitung und den Dampfkessel verhindert, 12 Stunden lang Dampf eingeleitet.

Nach dieser Behandlung mit kaltem oder mit heissem Königswasser wird die überschüssige Säure abgegossen und die Holzmasse durch mehrmaliges Uebergiessen mit frischem Wasser in demselben Gefäss gewaschen. Die gewaschenen Holzscheibchen werden mittelst vertical stehender Granitmühlsteine zu einer braunen Masse zermalmt, letztere von Neuem mit kaltem Wasser gewaschen und schliesslich zur Abstumpfung des letzten Restes der Säure mit einer ganz geringen Menge Kalkmilch behandelt.

Behandlung mit alkalischen Flüssigkeiten. Man bedient sich dabei des in der Fabrik zu Pontcharra auch zum Waschen der Lumpen eingeführten Apparates von Neyret, Orioli und Frédet. Derselbe besteht aus einem rotirenden starken eisernen Cylinder von 4 Meter Länge und 1 Meter 80 Centimeter Durchmesser, der mittelst seiner Achse auf einem starken eisernen Gestell befestigt ist. Die Lumpen oder die Holzmasse, sowie die alkalische Waschflüssigkeit werden durch ein Mannloch eingefüllt. Um den Cylinder herum befindet sich eine Umhüllung, jedoch so, dass zwischen beiden noch ein Raum frei bleibt, in welchen Dampf geleitet werden kann. Der Dampf tritt durch die hohle Achse und eine Stopfbüchse in diesen Raum, das Condensationswasser fliesst durch das Dampfeinströmungsrohr wieder in den Dampfkessel zurück. Auf diese Weise wird der innere Cylinder auf seiner ganzen Oberfläche erhitzt. Einem zu grossen Wärmeverlust ist durch Holzverschalung des umhüllenden Cylinders vorgebeugt und über der Holzverschalung befindet sich noch ein dünner, getheerter Eisenblechüberzug. Während der Einwirkung ist das Mannloch des inneren Cylinders luftdicht verschlossen. Ein oben angebrachter Hahn dient dazu, bei Anwendung von Ammoniak dieses letztere durch Abdestilliren wieder zu gewinnen, während ein Hahn im Boden des Cylinders den Zweck hat, die von Ammoniak befreite Flüssigkeit, oder, bei Anwendung von Natronlauge, diese Lauge abzulassen.

Da die Laugen hiebei im verschlossenen Gefäss wirken, eignet sich dieser Apparat besonders bei Anwendung von Ammoniakwasser, weil die Dämpfe dieser Flüssigkeit beim Erhitzen den doppelten Druck des Wasserdampfs hervorbringen. Erhitzt man mit Wasserdämpfen auf 145—152°, so beträgt der Druck, der im inneren Cylinder durch die Ammoniakdämpfe hervorgebracht wird, 8 bis 10 Atmosphären. Die

Umdrehungsgeschwindigkeit beträgt 1½ bis 2 in der Minute; Inhalt des inneren Cylinders 9000 Liter.

Soll die Holzmasse in diesem Apparat eingelaugt werden, so bringt man 100 Kilogramm davon in den inneren Cylinder, giebt dazu 3000 Liter Ammoniakwasser*, verschliesst das Mannloch luftdicht, öffnet einen Hahn, der mit dem Raum zwischen den beiden Cylindern communicirt, damit durch denselben die Luft entweichen kann, leitet Dampf von 150° in den Zwischenraum und bringt den ganzen Apparat zum Rotiren. Nach 5—6 Stunden ist der Prozess beendigt. Man destillirt dann das Ammoniak ab, lässt die Flüssigkeit abfliessen und dreht den Apparat so, dass das Mannloch nach unten zu stehen kommt. Nach dem Abnehmen des Deckels fällt dann die Holzmasse von selbst heraus. Statt des Ammoniakwassers kann eine entsprechende Menge Natronlauge genommen werden. Die letztere bereitet man direkt vor dem Gebrauch, indem man 7 Theile Soda in ihrem sechsfachen Gewicht Wasser löst und mit Kalkwasser, aus 5 Theilen gebranntem Kalk dargestellt, kaustisch macht. Man lässt die trübe Flüssigkeit stehen und zieht die klare Lauge ab.

Das Bleichen der mit Lauge behandelten Holzmasse wird, wie schon oben erwähnt mit Chlorkalk ausgeführt. Es muss jedoch die grösste Sorgfalt darauf verwendet werden, dass dabei die Zellsubstanz selbst nicht verbrannt wird. Nach einem gewöhnlichen Bleichverfahren werden auf 100 Theile des Holzbrei's 50 Theile Chlorkalk von 100 Chlorometer-Graden genommen. Der Gesammtverlust beträgt 60 p. C. des Holzgewichtes.

Die Schwierigkeit des beschriebenen Verfahrens besteht nach Z. Orioli in der Beschaffung brauchbarer grosser Gefässe zur Einwirkung des Säuregemisches auf das Holz. Die Sandsteingefässe liessen immer die Säure durch und zeigten schliesslich Risse, die mittelst Wachs nicht in hinreichender Weise verkittet werden konnten. Ausserdem sind die Arbeiter bei dem Verfahren den Dämpfen von salpetriger Säure ausgesetzt, so dass man in neuester Zeit von dem chemischen Verfahren wieder zurückgekommen ist, trotzdem man mittelst desselben einen sehr feinen und brauchbaren Holzstoff erhält.

Das Verfahren von Bachet und Machard der Behandlung des Holzes hat einen doppelten Zweck: einmal Ueberführung des Holzes in eine feinfaserige, leicht verfilzbare Masse und dann Umwandlung der incrustirenden Materie in Zucker. Dabei geht immer ein Theil

* Es empfiehlt sich, noch einen Zusatz von 25—30 Kilogramm kaustischen Natrons zu geben, um das Ammoniak kaustisch zu erhalten.

des Zelllenfaserstoffs mit in Zucker über, jedoch gerade derjenige, welcher erst neu gebildet und demnach weniger fest ist. Dieser letztere Umstand wirkt in so fern günstig, als dadurch die zurückbleibenden Fasern fester und leichter verfilzbar werden. Die Versuche, die im PAYEN'schen Laboratorium ausgeführt und bei welchen einmal 400, zwei anderemal je 500 Gramm Tannenholz in Form von 1 Centimeter dicken Scheibchen 10 Stunden lang mit je 2 Liter Wasser und 200 C. C. concentrirter Salzsäure in der Siedhitze behandelt wurden, ergaben im Mittel von 100 Theilen Holz 21,13 Theile Zucker.

In den Papierfabriken von Bex (Schweiz) und von Vizille (Isère), sowie in der Brennerei Saint Tripon wird diese Verzuckerung in folgender Weise zur Ausführung gebracht.

In einen grossen Behälter, welcher 8000 Liter Wasser und 800 Kilogramm rohe Salzsäure enthält, werden 2000 Kilogramm Späne von Tannenholz eingetragen und das Ganze 13 Stunden lang mittelst direct einströmenden Dampfes im Sieden erhalten. Die saure Flüssigkeit wird abgezogen und 99 p. C. der freien Säure mit kohlensaurem Kalk abgestumpft. Es bildet sich freie Kohlensäure und Chlorcalcium, welch letzteres bei der darauf folgenden Operation des Gährens dieser Flüssigkeit nicht nachtheilig wirkt. Die Gährung wird durch Zusatz von Hefe eingeleitet, die Temperatur der Flüssigkeit auf 22 - 25 ° C. gehalten. Bei der dann folgenden Destillation erhält man eine dem vorher gebildeten Zucker entsprechende Menge Alkohol.

Die rückständige Holzmasse wird einer methodischen Auswaschung unterworfen, dann unter einem Mühlstein zermalmt, wieder gewaschen, durch Schlemmen von mechanischen Verunreinigungen befreit, abtropfen gelassen und gepresst. Man erhält auf diese Weise ein braunes Holzzeug, das sich sehr gut zur Fabrication von Packpapier eignet.

Ein besseres und helleres Papier erhält man, wenn man den Holzbrei auf einer gewöhnlichen hydraulischen Presse, so wie diese in den Zuckerfabriken gebräuchlich ist, einer starken Pressung unterwirft. Man erhält dabei Presskuchen von 3- 4 Millimeter Dicke, die noch 60 p. C. Wasser enthalten. Sie werden um Formwalzen herum zu Rollen aufgewickelt und in diesem Zustande 36 bis 48 Stunden lang zum Bleichen in eine Chlorkammer gebracht. Je 100 Kilogramm des auf Trockensubstanz reducirten Holzzeugs absorbiren dabei 6—7 Kubikmeter Chlorgas. Man erhält auf diese Weise ein röthliches Holzzeug, welches direct zur Fabrication ordinären Papiers verwendet werden kann.

Zur Herstellung eines weissen Productes muss die Holzmasse, nachdem sie aus den Chlorkammern kommt, dreimal mit Kalkwasser mace-

rirt, darauf je 100 Kilogramm mit 10 Kilogramm Soda bei 80—90° behandelt werden. Schliesslich wird der Brei in einem mit Siebboden versehenen Kasten gründlich gewaschen. Zu gleicher Zeit mit der mechanischen Zertheilung wird die Masse mit Chlorkalk vollkommen gebleicht, was noch einen Verlust von 30 p. C. bedingt.

Die bedeutenden Verluste an Zellsubstanz bei dieser chemischen Zubereitung des Holzes für Papierfabrication sind durch die Behandlung mit Chlorgas oder Chlorkalk bedingt, indem es schwer hält die Einwirkung dieser Substanzen blos auf die Farbstoffe und die incrustirende Materie des Holzes zu beschränken. Sowie die Mengen dieser einwirkenden Agentien etwas zu gross sind, oder die Temperatur etwas zu hoch steigt, verbrennt ein Theil der Cellulose zu Wasser und Kohlensäure. Einigermassen kann man diesen Verlusten dadurch vorbeugen, dass man nur wenig Chlor oder Chlorkalk, bei niedriger Temperatur aber um so länger, einwirken lässt.

Nach den Erfahrungen, welche in der Fabrik zu Bex in der Schweiz gemacht wurden, berechnen sich die Kosten des Holzzeuges nach obiger Methode wie folgt:

Herstellungskosten für braunes Holzzeug:

1 Stere Holz (Weisstanne)		6 Fr.
Zersägen des Holzes		1,31 „
Salzsäure, 45 Kil. à 6 Fr.		2,70 „
Steinkohle und Handarbeit		2,90 „
Mahlen unter den Mühlsteinen		2,20 „
Defilage		1,30 „
	Zusammen	16,41 Fr.
Davon geht ab für:		
Späne und Rinde	0,80	8,67 Fr.
Alkohol	7,87	
100 Kilogr.* braunes Holzzeug kosten:		7,74 Fr.

Herstellungskosten für gebleichtes Holzzeug:

100 Kil. braunes aufgerolltes Holzzeug	7,74 Fr.
120 „ Salzsäure à 6 Fr. = 7 Fr. 20, dazu 40 Kilogr. Braunstein à 10 Fr. = 4 Fr.	11,20 „
2 „ Kalk = 0,06 Fr. und 10 Kil. Soda = 3 Fr.	3,06 „
30 „ Chlorkalk (à 100 °) à 30 Fr.	9 „
Brennmaterial und Handarbeit	3,54 „
Chlorkalk und Säure (letztes Bleichen)	1 „
100 Kil. Holzzeug weniger 30 Kil. Abgang = 70 Kil. kosten	35,54 Fr.
100 Kil. kosten demnach	50,80 Fr.

* 1 Stere (= 585 Kilogr.) Tannenholz liefert 438 Kilogr. Holzscheiben und diese 100 Kilogr. Holzzeug; ausserdem erhält man daraus 33 Kilogr. Sägespäne, 86 Kilogr. Rinde und 18 Kilogr. Abfälle.

Aus diesen Berechnungen folgt, dass das auf chemischem Weg präparirte Holzzeug immerhin um die Hälfte billiger ist als die Lumpenmasse und man kann dasselbe der aus Lumpen bereiteten Papiermasse bis zu 80 p. C. zusetzen, während von dem auf mechanischem Weg bereiteten nur 20—30 p. C. genommen werden können. Der Preis des letzteren stellt sich jedoch um ein so Beträchtliches geringer, dass die chemisch präparirte Masse einstweilen noch nicht die ausgedehnte Anwendung aufzuweisen hat, wie die mechanisch zubereitete.

G. Fry behandelt das in feine Späne zertheilte Holz nur mit Wasser und gespanntem Dampf und verarbeitet die von den Spänen abgelaufene und abgepresste Flüssigkeit auf Alkohol.

Stroh. Das Stroh liefert bei richtiger Behandlung ein Papierzeug, welches dem aus Holz bereiteten neuerdings vorgezogen wird und in vielen Fabriken Deutschlands und anderer Länder werden jetzt sehr bedeutende Massen von Stroh auf Papier verarbeitet. Die Fasern, welche das Stroh bei richtiger Behandlung liefert, sind dünn und glatt, leicht verfilzbar und liefern ein dichtes, festes Papier, welches aber, wenn es nur aus Stroh besteht, leicht brechbar ist. Auch das Strohzeug wird desshalb fast immer als Zusatz zu den Lumpen gegeben, als solcher aber kann es in bedeutender Menge, bis zu 80 p. C. gegeben werden, ohne dass das Papier für den gewöhnlichen Gebrauch zu leicht brechbar wird. Beispielsweise besteht das Papier des Kladderadatsch aus 2 Theilen Stroh und nur 1 Theil Lumpen.

Die Zubereitung des Strohs ist theils eine mechanische, theils eine chemische, im Ganzen ziemlich umständlich. In dem sehr bedeutenden Etablissement zu Kröllwitz bei Halle wird zur Herstellung des Strohzeugs nach folgendem Verfahren von Keferstein * gearbeitet.

Kaltes Einlaugen. Das in Häcksel zerschnittene Stroh wird in einen grossen Eisenblechcylinder gebracht, der nach Art der Lumpenkocher in senkrechter Richtung zu seiner Achse um eine hohle Drehungsachse rotirt, dann der Apparat vollständig mit 5grädiger Natronlauge (aus möglichst guter Soda mit Kalk bereitet) angefüllt. Das Mannloch wird verschlossen und dann während 4—5 Stunden unter Umdrehen kalt gelaugt. Nach vollendeter Operation wird die caustische Lauge von dem Häcksel von unten abgezogen, wieder in das

* Dieses Strohverfahren ist bekannter unter der Benennung J. Lahousse'sches Verfahren. Es ist jedoch mit Sicherheit constatirt, dass die ursprüngliche Methode von Lahousse zur Zubereitung des Stroh's vollkommen unbrauchbar war und dass sie erst durch die ganz wesentlichen Abänderungen, die Keferstein erfand, zu einer brauchbaren wurde.

Laugenreservoir gepumpt um von Neuem zu einer Einlaugeoperation verwendet zu werden.

Während dieser Behandlung mit kaltem kaustischem Natron wird ein grosser Theil der inkrustirenden Materie des Stroh's, hauptsächlich Gummi und Proteinstoffe, ausgelaugt, die Kieselsäure, die bis zu 5 p.C. darin enthalten ist, wird noch nicht angegriffen.

Dämpfen und Waschen. Nachdem die Natronlauge von dem Stroh möglichst vollkommen abgesaugt ist, wird letzteres durch Drehung der Trommel bei geöffnetem Mannloch herausgeworfen. Es fällt über einen schrägen Holzkanal in den Dämpfkessel, der im Allgemeinen die Einrichtung der rotirenden runden Lumpenkocher besitzt. Hier lässt man, nachdem der Kessel mit Stroh angefüllt ist, durch die hohle Achse desselben überhitzten Dampf von 150° C. einströmen. Sobald die ganze Masse die Temperatur des Dampfes angenommen hat, stellt man letzteren ab und leitet warmes Wasser durch den Dämpfkessel, indem man denselben dabei in Rotation versetzt. Man lässt dann das Waschwasser wieder abfliessen, und wiederholt die Zuleitung des Dampfes von 150° und des warmen Wassers noch 6 bis 7 mal. Da bei Beginn des Dämpfprozesses die Poren des Strohs noch mit Lauge vollgesaugt sind, so findet zu Anfang, wenn der 150° warme Dampf zur Wirkung kommt, noch ein Laugen statt. Durch dieses heisse Laugen wird die Kieselsäure, welche bei dem vorhergehenden kalten Laugeprozess beinahe gar nicht angegriffen wurde, in lösliches kieselsaures Natron umgewandelt. Bei der dann folgenden Behandlung mit warmem Wasser wird dieses kieselsaure Natron gelöst und herausgewaschen. Da die Aufschliessung der Kieselsäure jedoch nur schwer und allmälig erfolgt, muss die Behandlung mit Dampf und Wasser, wie oben angegeben, oft wiederholt werden.

Es ist sehr wesentlich, dass die Kieselsäure möglichst vollständig entfernt werde, weil sonst das aus dem Strohzeug bereitete Papier durchscheinend wird.

Das Bleichen und Zermalmen der Strohmasse, welche nun folgt, wird zu gleicher Zeit zur Ausführung gebracht. Das gedämpfte und gewaschene Stroh wird durch das Mannloch aus dem Dämpfkessel herausgenommen und in einem grossen Bleichholländer mit Chlorkalk versetzt. Man nimmt auf 1 Ctr. ursprünglich angewandten Strohs 10—15 Pfund Chlorkalk. Nachdem im Holländer die ganze Masse aufgemahlen ist, bringt man sie in eine in einer tieferen Etage stehende Bütte, in welcher ein in Bewegung befindliches Rührwerk ein Absetzen der Strohmasse verhindert. Vermittelst einer Pumpe wird nun das Strohzeug in die Höhe gepumpt und in einen Holzcanal

zwischen zwei gewöhnliche Mühlsteine geleitet. Hier werden die Knoten, Aehren etc. zermalmt und dem Angriff des Chlors zugänglich gemacht. Eine Zersetzung des Chlorkalks durch Säurezusatz ist hiebei nicht nöthig, da diese Zersetzung schon durch die Reibungswärme zwischen den beiden Mühlsteinen hinreichend bewirkt wird.

Handelt es sich um die Fabrication des Holzstoffes als solchen, so wird die gebleichte Masse abgepresst und in den Handel gebracht. Wird dagegen der Stoff sofort weiter auf Papier verarbeitet, so giebt man ihn, bei Bereitung gewöhnlicher Papiersorten direct in die Bütte über der Papiermaschine, während er für feinere Papiersorten vorher auf poröse Steine gelegt wird, welche die Hauptmasse der kalkigen Flüssigkeit aufsaugen.

Nach den Angaben von Keferstein beträgt die Ausbeute bei dem oben beschriebenen Verfahren 55 p. C. Faserstoff von der angewandten Strohmenge und die Kosten belaufen sich für 1 Ctr. Strohstoff auf 6 1/2 Thlr.

Wird statt mit kalter gleich von Anfang an mit heisser Natronlauge behandelt, so sinkt die Ausbeute in Folge starker Zerstörung des Sauerstoffs durch die heisse überflüssige Lauge auf 40 p. C.

Das Holz kann in geraspeltem Zustand nach demselben Verfahren von Keferstein zu Papierstoff präparirt werden. 1 Ctr. Holzstoff kommt dabei auf ca. 11 Thlr. zu stehen.

Man kann das Stroh auch zubereiten nach dem in der Papierfabrik zu Pontcharra eingeführten Verfahren der Darstellung von Holzzeug, so wie es weiter oben (S. 598 u. f.) beschrieben ist. Das Stroh wird auf einer Häckselmaschine in Stückchen von 1—2 Centimeter Länge zerschnitten und dann auf dieselbe Weise wie das Holz mit kaltem oder heissem Königswasser behandelt, gewaschen, gemahlen wieder gewaschen und gebleicht.

Bei Bergès und bei Zuber und Rieder wird das Stroh auf der Häckselmaschine zerschnitten, auf einer Art Staubmühle von den Knoten befreit, dann auf einem Walzwerk gemahlen und zermalmt, in einem rotirenden Apparat 10—12 Stunden lang gewaschen. Man nimmt für diesen Waschprozess auf 100 Th. Häcksel 25—30 Th. Soda von 90 Alkalimetergraden in 200 Thln. Wasser gelöst. Die Waschflüssigkeit wird abgezogen und mit derjenigen vereinigt, welche man durch starkes Auspressen zwischen Walzen erhält. Die vereinigten alkalischen Waschflüssigkeiten werden zuerst auf der aus einem Flammofen abziehenden Feuerluft concentrirt, schliesslich in diesem Flammofen selbst zur Trockne gebracht und calcinirt. Man erhält dabei eine rohe Salzmasse, welche nachdem sie ausgelaugt und mit Kalk behandelt ist, eine kaustische Lauge liefert, die von Neuem zum Waschen des Strohs ver-

wendet werden kann. Die gewaschene Strohmasse wird ausgepresst, in warmes Wasser getaucht, dann in der Kälte gewaschen und zu gleicher Zeit wieder in Fäserchen zertheilt. Das Bleichen geschieht in denselben Gefässen wie das Waschen mittelst Chlorkalk. Die Kosten für 100 Kilogramm dieses halbfeinen Strohzeugs betragen 55 Fr., für ganz weisses Zeug 60—65 Fr.

Die Fabrik von DAMBRICOURT zu St. Omer für Fabrication von Strohzeug für Papierfabriken verlangte ca. 150000 Fr. Anlagekosten. In derselben können jährlich (zu 300 Tagen) 300000 Kilogr. Papiermasse hergestellt werden. Die Kosten für 100 Kilogr. berechnen sich folgendermassen:

250 Kil. trocknes Stroh à 5 Fr.	12,50	Fr.
65 „ Soda à 30 Fr.	19,50	„
30 „ Kalk	1	„
320 „ Steinkohle	6	„
30 „ Chlorkalk à 30 Fr.	9	„
Handarbeit	5	„
Interessen und Generalkosten	7	„
	60	Fr.
Davon ab für regenerirte Soda	4	„
100 Kil. präparirte Strohmasse:	56	Fr.

4. Fabrication des Papiers.

Auslesen, Sortiren und Zerschneiden der Lumpen. Es wäre wünschenswerth, dass auch bei uns wie in England die Lumpen, ehe sie in die Papierfabriken gelangen, von den Lumpensammlern oder doch von deren directen Abnehmern einer Sortirung in Lumpen verschiedener Rohmaterialien unterworfen würden, indem dann in den Fabriken selbst bedeutend an Handarbeit erspart und die Verluste an Lumpen, bedingt durch oftmaliges Dislociren derselben, verringert würden. In Folgendem ist eine Classification der Lumpen nach DIDELET mit ihren ungefähren Preisen für je 100 Kilogr. wiedergegeben.

Weisse Leinwand (Flachs oder Hanf)	60	Fr.
Halbweisse Leinwand	50	„
Gewebe von weisser Baumwolle	45	„
„ „ halbweisser Baumwolle	36	„
Weisse, aber schmutzige Lumpen von Leinen oder Baumwolle	31	„
Segeltuchleinwand	31	„
Blaue Leinwand	30	„
Taue, Seile und Schnüre	32	„

Beinahe überall jedoch, namentlich auch bei uns in Deutschland wird die Sortirarbeit von den Lumpensammlern gar nicht oder doch so unvollkommen ausgeführt, dass in den Fabriken vor der weiteren Verarbeitung eine Sortirung der Lumpen vorgenommen werden muss.

Die Arbeit des Sortirens wird meist auf den über den Fabrikräumen befindlichen Bodenräumen von Frauen und Mädchen ausgeführt. Wird nach dem älteren Verfahren gearbeitet, so werden die Lumpen von derselben Arbeiterin, die die Sortirarbeit verrichtet, zugleich auch zerschnitten, während man nach der neueren Methode die Lumpen auf eigenen Schneidemaschinen zerschneidet.

Wenn nach dem älteren Verfahren gearbeitet wird, steht die Arbeiterin vor einer aus Drahtnetz gebildeten Tischplatte, auf welcher die zu sortirenden Lumpen ausgebreitet und mittelst eines auf dem Tisch senkrecht befestigten Messers in Stücke von 5 Centimeter Breite, 12 Centimeter Länge für neue, 10 Centimeter Breite, 15 Centimeter Länge für gebrauchte Lumpen zerschnitten werden. Dabei werden zu gleicher Zeit Haken, Knöpfe, Nähte und überhaupt alle festen Theile der Lumpen entfernt, die Lumpen selbst je nach ihrer Beschaffenheit sortirt und in eine besondere Anzahl Kasten geworfen. Dabei fällt ein grosser Theil des den Lumpen anhaftenden Schmutzes durch das Drahtgeflecht der Tischplatte in einen darunter stehenden Behälter.

Eine Arbeiterin beaufsichtigt diese Sortirarbeit und sortirt selbst noch einmal nach, was jedoch so rasch von Statten geht, dass eine einzige Arbeiterin die sortirten Lumpen von 8—9 Arbeiterinnen nachsortiren kann. Im Uebrigen kann jede Arbeiterin täglich 30—40 Kil. Lumpen sortiren.

In den verschiedenen Fabriken wird die eigentliche Sortirarbeit mehr oder weniger weit getrieben. In einigen sortirt man nur nach den Stoffen, aus welchen die Lumpen gewebt sind, also in leinene, baumwollene, wollene und seidene Lumpen, in anderen und zwar in den meisten Fabriken geht man weiter und sortirt noch nach der Farbe und der Form, in welcher sich die Fasern der Lumpen befinden. Diese eingehendere Sortirung bezieht sich jedoch nur auf die leinenen und baumwollenen Lumpen, weil nur diese für die besseren Papiersorten verwendet werden.

In Folgendem ist eine Zusammenstellung der verschiedenen Sorten Leinen- und Baumwolllumpen, welche bei der Sortirarbeit ausgelesen werden, eine sogenannte Lumpen-Scala, nach A. Rudel wiedergegeben.

I. Leinen-Lumpen.

1. Die wirklich rein weissen schmutzfreien (für fein Postpapier).
2. Dieselben unrein und die geringeren weissen (Postpapier).
3. Die feinen halbgebleichten und die Nähte und Schneiderflecke von 1 und 2 (feines Kanzleipapier).
4. Die groben halbgebleichten und die Nähte und Schneiderflecke von 3 (Kanzleipapier).
5. Die ungebleichten und schäbefreien feineren Gewebe, Fischernetze und die Nähte und Schneiderflecke von 4 (fein Concept).
6. Die ungebleichten gröberen Gewebe (Concept).
7. Die gröbsten Gewebe, die von Manchester, Wolle, Seide u. s. w. untrennbaren Stücke, Spinnereiabfall, Werg, gehackte Stricke und Taue (Packpapier).
8. Die farbig gestreiften und hellblauen feinen.
9. Die farbig gestreiften und hellblauen groben.
10. Die dunkelblauen.

II. Baumwoll-Lumpen.

11. Die reinen weissgebleichten aller Art.
12. Die schmutzigen, weissgebleichten aller Art.
13. Die buntgedruckten, weissbodigen und hellblauen Kattune.
14. Die buntgedruckten, dunkelbodigen Kattune, Manchester, ordinäre Watte.
15. Die dunkelblauen, dunkelrothen, dunkelgelben etc.
16. Die Baumwollspinnerei-Abfälle und mit Kautschuck durchzogene Gewebe.

III. Halbwollene, halbleinene Lumpen.

17. Die einfarbigen und gestreiften aller Art.

Es giebt Skalen mit noch mehr und solche mit noch weniger Abtheilungen, als die oben angeführte, je nachdem der betreffende Fabricant die Sortirarbeit mit mehr oder weniger Sorgfalt, resp. Aufwand an Zeit und Arbeitskraft ausführen lässt. Hauptaufgabe der Sortirarbeit ist es eben, dass die Lumpen von möglichst gleichen Eigenschaften ausgelesen und miteinander vereinigt werden; denn bei den darauf folgenden Operationen des Waschens, Bleichens, Zerreissens etc. kommt es darauf an, möglichst gleich gefärbte, und gleich fest gewobene Lumpen miteinander verarbeiten zu können. Wascht man schmutzige mit reinen, oder bleicht man farbige mit weissen Lumpen, so müssen die letzteren viel länger behandelt werden, als nothwendig

ist. Dasselbe gilt für die Arbeit der Zerfaserung im Holländer, welche bei leichten Geweben viel schneller beendigt ist als bei festen.

In neuer Zeit werden in allen grösseren Fabriken die Lumpen mittelst eigener Maschinen zerschnitten. Die Apparate, deren man sich hiezu bedient, sind von verschiedener Construction.

Lumpenschneider. Die einfachste und älteste Maschine zum Zerschneiden der Lumpen hat im Princip die Einrichtung einer Häckselmaschine. Sie besteht aus einer horizontalen, feststehenden Schiene mit Schneide, vor welcher sich, und dieselbe jedesmal schwach berührend, ein scharfschneidiges Messer in verticaler Richtung auf und nieder bewegt. Durch eine eigene Vorrichtung werden die Lumpen zwischen die beiden Schneiden geschoben und beim Niedergang des beweglichen Messers immer ein Stück derselben abgeschnitten. Statt nur ein bewegliches Messer auf und nieder zu bewegen, sind an anderen Maschinen mehrere Klingen an einer grossen Trommel schräg gegen die Achse derselben befestigt, gehen durch Drehung der Trommel an der Schiene vorbei und zerschneiden die Lumpen. Reicht ein einmaliges Zerschneiden auf diesen Maschinen nicht aus, so werden die Lumpen ein zweites Mal aufgegeben.

Bei dem Lumpenschneider von Fox sitzen um zwei horizontale sich gegenüberstehende Walzen herum scharf geschliffene Stahlscheiben in einer solchen Entfernung von einander, dass sie der Breite der erzustellenden Lumpenschnitte entspricht. Je eine Scheibe der einen Walze gleitet an einer gegenüberliegenden Scheibe der anderen Walze vorbei und wird durch einen gewissen Druck an dieselbe angepresst. Auf dieses Walzenpaar werden die Lumpen von oben vermittelst eines Trichters aufgegeben.

Die Reinigung der Lumpen zerfällt in eine trockne und eine nasse Reinigung. Erstere wird theilweise schon beim Sortiren, wobei eine beträchtliche Menge Schmutz durch das Drahtnetz des Sortirtisches hindurchfällt, theilweise schon beim Zerschneiden der Lumpen ausgeführt, indem dieselben aus der Schneidemaschine häufig auf ein Drahtnetz gelangen, durch welches der während des Zerschneidens abgelöste Schmutz hindurchfällt.

Siebmaschine nennt man den Apparat, in welchen die Lumpen gelangen, nachdem sie die Schneidmaschine passirt haben, um darin von dem noch anhaftenden Schmutz befreit zu werden. Sie besteht aus einer mit grobem Drahtnetz überzogenen Trommel, die sich um eine Holzwelle herumbewegt und in welche die Lumpen durch eine eigens angebrachte Thür eingegeben werden. Durch Drehen der Trommel

werden die Lumpen herumbewegt, der Schmutz fällt durch die Trommel hindurch und gelangt in einen die letztere umgebenden Holzverschlag. Von hier werden die staubigen Theile mittelst Ventilation in die Luft geführt. Länge der Trommel 2—3 Meter, Durchmesser ca. 80 Centimeter.

Statt der sich drehenden hat man auch feststehende Trommeln. Die Bewegung der Lumpen wird darin durch spiralig um eine drehbare Welle herumsitzende Holzarme hervorgebracht, die fast bis an die Trommelperipherie reichen und sich mit einer Geschwindigkeit von 150—200 in der Minute drehen.

Der bei dieser Operation eintretende Verlust beträgt (abgesehen von dem durch die Feuchtigkeit bedingten Gewichtsverlust) für feine und saubere Lumpen 1—1,5 p. C., für Nähte und Säume 2,5—3,6 p. C., für grobe stark zerfetzte Lumpen, sowie für Packtuch, Seile und Schnüre, welche sehr stark durchgeschüttelt werden müssen, 4—5,5 p. C.

Continuirlich wirkende Siebtrommel. Die eben beschriebenen Apparate haben den Nachtheil, dass sie beim Beschicken und Entleeren zum Stillstand gebracht werden müssen. Um diesen Uebelstand zu vermeiden, hat man neuerdings festliegende conische Siebtrommeln mit durchgehender Welle und daran befestigten hölzernen oder eisernen Schlagarmen. Die Lumpen werden an dem engen Ende der Trommel eingeworfen, fallen von selbst nach der entgegengesetzten Seite und an dem weiten Ende in gereinigtem Zustand heraus.

Es wäre empfehlenswerth, nach dem Vorgang englischer Fabriken diese trockene Reinigung der Sortirarbeit vorausgehen zu lassen, indem dann die Arbeiter nicht so sehr durch den Schmutz der Lumpen molestirt würden, auch auf dem Sortirboden sich nicht so viel Schmutz ansammeln könnte.

Waschen. Nicht in allen Fabriken werden die Lumpen mit Wasser allein gewaschen, vielmehr gelangen sie meistens aus der Siebtrommel direct in die (weiter unten beschriebenen) Kochapparate. Da jedoch, wo die Lumpen gewaschen werden, geschieht dies in horizontalen sich um ihre Achse drehenden Siebtrommeln, die nach Art der Rübenwaschtrommeln in einem Trog mit Wasser liegen. Die Trommel wird mit Lumpen gefüllt und in Drehung versetzt, wodurch die Lumpen vielfach mit dem Wasser des Troges in Berührung kommen und gewaschen werden.

Kochen. Die gereinigten Lumpen werden zur Entfernung von fettigem Schmutz, wie Oel- und Fettflecken, zur Zerstörung mancher Farben sowie zur Vorbereitung auf den Bleichprozess mit kaustischen Laugen gekocht. Man nimmt dabei für die feineren Lumpen Soda

Potasche oder Aetznatron, für die groben Aetzkalk oder wohl auch Aetzkalk mit Zusatz von etwas Soda.

In den älteren Papierfabriken werden auf 1000 Kilogr. Lumpen je nach ihrer Natur 10—20 Kilogramm Aetznatron genommen. Man befeuchtet zuerst die Lumpen, falls sie vorher nicht mit Wasser gewaschen wurden, mit warmem Wasser, bringt sie auf Haufen und dann in die Kochapparate, welche aus offenen oder geschlossenen feststehenden oder rotirenden Kesseln bestehen.

Payen schlägt die folgenden Mengenverhältnisse für Kalk und Soda auf die Lumpen vor:

	Kalk	Soda
100 Kil. feste und schmutzige Lumpen . . .	15	6
100 „ stark gefärbte Lumpen	12	3
100 „ weisse Lumpen	5—10	0

E. Hoyer giebt dagegen folgende Mengenverhältnisse an:

Auf 100 Kil. Lumpen	Kalk	Soda
Ganz feine weisse, stark abgenutzte	0	5
Feine wenig abgenutzte	15	1
Halbfeine nicht ganz weisse	20	1
Grobe ungebleichte	25	0
Feine farbige	15	15
Grobe farbige	20	0

Demnach würden nach Hoyer die feinen Lumpen am Besten nur mit Soda behandelt, während er für die groberen einen Zusatz von Aetzkalk vorschreibt, oder nur von letzterem nimmt.

Der Kalk wird zuerst in eine feine Milch verwandelt und vor dem Zusatz mit der gelösten Soda vermischt.

Taf. XXXIX. Fig. 1 ist ein feststehender Kochapparat abgebildet. Die Erhitzung des Kessels A geschieht mittelst Dampf, welcher aus dem Dampfkessel durch den Hahn e entweder direkt oder noch durch ein Spiralrohr unter den durchlöcherten Boden b b tritt. Hier wird die Flüssigkeit, mit welcher gekocht werden soll, erhitzt. Sie steigt in einem vertikalen Rohr d d′ aus Kupfer in die Höhe, ergiesst sich auf die Lumpen und filtrirt durch dieselben in den Raum unter dem durchlöcherten Boden zurück. Hier tritt von Neuem Erhitzung durch den zuströmenden Dampf ein und die Flüssigkeit macht dann denselben Weg noch ein und mehreremale. Die ganze Operation dauert ungefähr 4—6 Stunden. Der Hahn f dient zum Zuleiten des Wassers, der Holzkanal g g zum Eingeben der Lumpen, der Dampf entweicht durch nach aussen.

Nachdem das Kochen beendigt ist, wird die Flüssigkeit abgezogen, durch frisches Wasser ersetzt und die Lumpen werden damit auf dieselbe Weise abgewaschen.

Rotirende Kochapparate. Der ganze Kochprozess verläuft viel vollkommener und rascher, wenn man statt der feststehenden offenen oder verschlossenen Kessel rotirende runde oder cylindrische Kessel aus Eisenblech anwendet, weil dabei die Lumpen viel vollständiger mit der Lauge in Berührung kommen.

Der Kochkessel von BRYAN DONKIN & Comp. in London besteht aus einem Kessel in Kugelform von 2 Meter 44 Centimeter Durchmesser, welcher auf einem festen gusseisernen Gestell, das seinerseits wieder auf einer Unterlage von Quadersteinen ruht, auf den beiden Enden einer hohlen Achse aufliegt. Die Umdrehungsgeschwindigkeit dieser Kessel beträgt 2 in 4—5 Minuten. Durch das eine Ende der hohlen Achse kann von einem höher stehenden Reservoir aus Wasser in den Kessel geleitet oder vermitelst eines daran befestigten Rohrs die Flüssigkeit aus dem Kessel ausgepumpt werden. Durch das andere hohle Achsenende kann von einem weiter unten befindlichen Dampfkessel Wasserdampf, von einem höher stehenden Reservoir die Lauge in den Apparat geleitet werden. Auch diese Lauge kann aus dem Kessel wieder in das Laugenreservoir zurückgepumpt werden, falls sie noch einmal verwendet werden soll. Der Dampf tritt aus der hohlen Achse des Kessels durch ein Rohr in eine Art Siebtrommel, die inmitten des Kessels befestigt ist. Dieselbe ist aus 12 durchlöcherten Eisenblechplatten zusammengesetzt, die einzelnen Löcher haben einen Durchmesser von 4 Millimeter und sind 32 Millimeter von einander entfernt. Diese Trommel ist 1 Meter 25 Centimeter breit und 15 Centimeter von den Innenwandungen des Kessels entfernt. Dieselbe schützt die Röhrenenden vor dem Verstopfen durch Lumpenfetzen und vertheilt den Dampf gleichmässig auf eine grosse Fläche. Füllung und Entleerung des Apparates geschieht durch ein rundes Mannloch, dessen Achse senkrecht zu der Drehungsachse des Kessels steht. Auf der Oberfläche der Trommel sind in einer Entfernung von 66 Centimeter von einander Zähne angebracht, mittelst welcher die Lumpen während des Rotirens des Kessels durcheinander geworfen werden. Gegenüber dem Mannloch befindet sich ein weiter Hahn, der zum Abziehen der Schmutzwasser dient.

Dieser rotirende Kochkessel fasst 1000 Kilogramm Lumpen und erfordert zu seiner Bewegung nur 0,15 Pferdekraft. Man kann seine Leistungsfähigkeit dadurch erhöhen, dass man auf den Innenwandungen des Kessels Zapfen anbringt, welche ein stärkeres Durchschütteln der

Lumpen bewirken, sowie dadurch, dass man einen Druck von 3—5 Atmosphären giebt, wodurch auch die Temperatur der ganzen Masse entsprechend gesteigert wird, auf 133—152° steigt.

Ein weiterer in der Wandung des Kessels angebrachter kleiner Hahn dient zur Beobachtung des Flüssigkeitsniveaus. Letzteres darf zu Anfang nicht über der Hälfte, zum Schluss nicht über $^2/_3$ der Höhe des Kessels stehen.

Taf. XXXIX. bis, Fig. 1, 2, 3 und 4 ist ein cylindrischer rotirender Kochapparat abgebildet. C ist der aus Eisenplatten zusammengenietete Kessel, B das Mannloch, welches beim Füllen so gestellt wird, dass es gerade unter den Trichter G zu stehen kommt, durch welchen die Lumpen eingegeben werden. Die letzteren werden mittelst einer Stange zusammengedrückt oder durch ein Kind zusammengetreten. Nachdem die ganze Masse der Lumpen eingefüllt ist, wird das Mannloch verschlossen und die Kalkmilch oder eine andere kaustische Flüssigkeit durch Oeffnen des dafür bestimmten Hahns A′ laufen gelassen, bis der Kessel zur Hälfte davon angefüllt ist. Im Lauf des Kochens nimmt das Volumen der Flüssigkeit durch den sich condensirenden Dampf mehr und mehr zu, darf jedoch bei beendigter Operation nicht mehr als $^3/_4$ des Inhalts betragen. Ein freier Raum muss nothwendigerweise im Kessel vorhanden sein, einmal damit die Wasserdämpfe einen Raum haben, in dem sie sich ansammeln können, dann auch noch, damit ein Raum vorhanden ist, in welchen die durch die Zapfen g gehobenen Lumpen zurückfallen können. Der Hahn F dient zur Beobachtung des Flüssigkeitsniveaus. Wird derselbe nach oben gestellt und geöffnet, so fliesst die überschüssige Flüssigkeit bis zu der Stelle, an der er angebracht ist, aus.

Nachdem die caustische Lauge eingefüllt ist, verschliesst man Hahn A′ und öffnet den Hahn C′, sowie den Hahn D, durch welchen. wie aus Fig. 3 ersichtlich, bei richtiger Stellung des Kessels die Luft, sowie der überschüssige Dampf aus dem Apparate entweichen können. Dieser letzere Hahn darf jedoch nur wenig geöffnet werden. damit möglicht wenig Wärme verloren geht und die Temperatur im Inneren sich auf 130 bis 150° erhält. Nach 3 bis 4stündigem Kochen werden die beiden Hähne C′ und D verschlossen und man giebt dann, indem man weiter rotiren lässt, dem Dampf 3 Stunden lang Zeit, sich zu verdichten. Alsdann öffnet man Hahn E, durch welchen die Flüssigkeit sich entleert, lässt durch A′ frisches Wasser zuströmen und während 2 Stunden über die Lumpen laufen. Der nun folgende Waschprozess dauert inclusive Zuleitung des Wassers ca. 12 Stunden, bei den feinen Lumpen etwas kürzer, etwas länger bei den groben. Unter allen Umständen

müssen Zufluss- und Abflusshähne (A′ und E) so gestellt sein, dass das Flüssigkeitsniveau nicht über $^3/_4$ steigt.

Es ist nun weiter nichts mehr nöthig, als den Kessel zu entleeren, und es geschieht dies in der Weise, dass man zuerst das Mannloch nach oben stellt, den Deckel abnimmt, dann eine halbe Drehung giebt, so dass das Mannloch nach unten zu stehen kommt, Wasser zuleitet, durch welches die Lumpen mit hinausgeschwemmt werden. Sie fallen in einen darunter stehenden Behälter oder in einen Wagen mit Latten- oder Siebboden, durch welchen das Wasser abfliessen kann.

Ein Apparat zum Kochen mit Ammoniak ist schon früher (S. 599) bei der Abhandlung der Herstellung von Holz-Papierzeug beschrieben. Es ist der cylindrische Kochkessel mit Doppelwandungen von Neyret, Orioli und Frédet zu Pontcharra. Der innere Cylinder wird mit Lumpen und zu $^3/_4$ mit Kalkmilch angefüllt, was durch einen eigenen Hahn, der in der Niveau-Höhe angebracht ist, controlirt werden kann. Der Hahn wird wieder verschlossen und nachdem ein anderer Hahn zum Entweichen der Luft geöffnet ist, wird gespannter Dampf in den Zwischenraum der beiden Cylinder geleitet und der Inhalt bis auf 150° erhitzt. Diese Temperatur wird während des ganzen Kochprozesses, der etwa 5 bis 6 Stunden dauert, festgehalten. Alsdann lässt man die Flüssigkeit ausfliessen, öffnet das Mannloch, dreht um 180° und lässt die Lumpen in einen untergestellten Behälter mit Siebboden fallen.

Diese Apparate eignen sich aus dem Grunde besonders zum Kochen mit Ammoniak, weil die Dämpfe nicht entweichen können, also kein Verlust an Ammoniak eintritt. Auch wird der Druck durch die Ammoniakdämpfe bedeutend erhöht und dadurch der Kochprozess beschleunigt.

Zerfaserung der gewaschenen und gekochten Lumpen. Vor dem Bleichen müssen die Lumpen, um dem Bleichmittel eine möglichst grosse Oberfläche darzubieten, zerfasert werden. Dabei darf jedoch die Zerfaserung nicht zu weit gehen, weil sonst das Waschen der zu fein vertheilten Masse sehr erschwert würde. Die Zerfaserungsarbeit zur Herstellung des Papierbrei's wird desshalb in zwei Stadien ausgeführt: 1) theilweises Zerfasern vor dem Bleichen, 2) vollständiges Zerfasern nach dem Bleichen. Das Produkt heisst Zeug oder Stoff und zwar je nachdem es nur theilweise oder schon vollständig zerfasert ist Halbzeug oder Halbstoff und Ganzzeug oder Ganzstoff.

In früherer Zeit wurde die Zerfaserung der Lumpen nach dem deutschen Verfahren auf sehr umständliche Weise in einem eigenen Stampfapparat ausgeführt, jetzt dagegen findet man in allen Fabriken nur noch das holländische Verfahren in Anwendung.

Holländer wird der Apparat genannt, in welchem nach dem holländischen Verfahren die Zerfaserung der Lumpen ausgeführt wird. Und zwar nennt man ihn je nachdem er zur Herstellung von Halbzeug oder von Ganzzeug dient Halbholländer oder Ganzholländer. Zu gleicher Zeit mit der Zerfaserung wird die Lumpenmasse in den Holländern auch noch gründlich gewaschen.

Die Holländer bestehen aus einem grossen, flachen 3 Meter langen, 1½ Meter breiten und ½ bis ⅔ Meter tiefen Trog A A (Taf. XXXIX, Fig. 3 & 6), der an beiden Enden halbrund zuläuft. Derselbe ist durch eine senkrechte nach der Längsachse laufende Zwischenwand B B in 2 gleiche Hälften getheilt. Die beiden Enden dieser Zwischenwand reichen nicht bis an die Wandungen des Kastens, sondern lassen beiderseits einen Raum frei, der ebenso breit ist, als die durch die Zwischenwand gebildeten Seitenkanäle F F, damit die Lumpen mit der Flüssigkeit frei in dem Trog um die Zwischenwand herum cirkuliren können.

Was das Material, aus welchem diese Tröge angefertigt sind, betrifft, so nahm man früher allgemein Holz, und noch jetzt trifft man noch meistens Holz an. Die Innenwandungen, wenigstens der Boden des Holländers ist dann häufig mit Kupfer- oder Bleiblech ausgeschlagen. Neuerdings kommt mehr und mehr die Anwendung gusseiserner Holländer auf. Dieselben leisten ausgezeichnete Dienste, dürfen nur nicht zum Bleichen des Papierzeugs mit Chlorkalk und Säuren verwendet werden, weil das Eisen dabei angegriffen wird. Ueberzieht man sie innen mit einer Cementschicht, so sind sie jedoch auch hiezu brauchbar. Auch Steintröge oder Tröge aus Beton (Cement und Steinstücke) finden Verwendung und haben sich, namentlich die letzteren, sehr bewährt.

Der Haupttheil des ganzen Apparates besteht in der Zerfaserungstrommel C, deren Achse in senkrechter Richtung einerseits auf der Seitenwand des Troges, andererseits auf der Zwischenwand aufliegt. Die Trommel ist aus Holz oder Gusseisen angefertigt, in ersterem Falle um das nöthige Gewicht zu haben, massiv, letzteren Falls hohl. Die Peripherie dieser Trommel ist in der Richtung der Trommelachse mit Schienen besetzt, die in eine, zwei oder auch drei scharfe Schneiden endigen. Die Schienen werden neuerdings fast nur aus Stahl angefertigt, da jedoch, wo zugleich mit Chlor in den Holländern gebleicht wird, bestehen sie auch jetzt noch, wie früher allgemein, aus Bronce 85 p. C. Kupfer und 15 p. C. Zinn). Anzahl der Schneiden im Halbholländer 30—50, im Ganzholländer 65—75. Bein Einsetzen der einzelnen Schneiden bringt man immer je drei zusammen in eine Nuth. Unter der Trommel befindet sich der Kropf e e, Fig. 3, meist

aus Gusseisen, welcher auf seiner einen, schwach ansteigenden Seite ebenfalls mit scharfen Schneiden c besetzt ist. Diese bilden einen ganz geringen Winkel mit den Schneiden der Trommel, so dass bei Drehung der letzteren eine scheerenartige Wirkung zwischen den gegenseitigen Schneiden eintritt. Die Anzahl der Schneiden, Fig. 4 & 5, beträgt beim Halbholländer 8—10, beim Ganzholländer 13. Die Befestigung sämmtlicher Schneiden in der Trommel resp. im Kropf geschieht durch Verkeilung mit Holz. Die Schneiden des Kropfes sitzen des bequemeren Einsetzens wegen in einem gemeinsamen Holzstück, welches beim Wechseln der Schneiden ganz aus dem Kropf herausgenommen werden kann; auch werden dieselben manchmal mit Blei eingegossen und befestigt. Da die Lumpen, wenn sie in den Holländer kommen noch sehr gross sind, müssen die Schneiden der Trommel und des Kropfes zu Anfang weiter von einander stehen, als später, wenn die Lumpen schon bis zu einem gewissen Grad zerfasert sind. Es befindet sich desshalb an der Trommelachse eine Vorrichtung, durch welche die Trommel dem Kropf beliebig genähert, oder davon entfernt werden kann.

Die Lumpen werden mit Wasser in den Holländer gegeben und indem man dann die Trommel in Drehung versetzt, kommen das Wasser und damit die Lumpen in Circulation, bewegen sich um die Scheidewand herum und kommen immer wieder zwischen Trommel und Kropf, wo die Zerfaserung erfolgt. Die Umdrehungsgeschwindigkeit der Trommel beträgt 180 bis 220, sogar bis 240 in der Minute; beim Halbholländer weniger als beim Ganzholländer.

Zu gleicher Zeit mit dieser Zerfaserung der Lumpen erfolgt noch ein Waschprozess, denn es ist bei dem vorausgehenden Waschen und Kochen der Lumpen nicht möglich, den zwischen den Geweben sitzenden Schmutz vollständig zu entfernen. Zu diesem Zweck muss ein fortwährender Zufluss und Abfluss von Wasser stattfinden. Ersterer erfolgt durch den Hahn L, woran ein wollener Sack befestigt ist. Durch diesen fliesst das Wasser auf ein Sieb und dann in den Trog. Der Abfluss des Wassers erfolgt durch die beiden Metalldrahtnetze i i (Waschscheiben), die vor und hinter der Trommel angebracht sind und durch welche das Wasser in den Rinnen sich ansammelt und dann in ein gewöhnliches Abflussrohr fliesst. Lumpen und Wasser werden durch die Drehung der Trommel gegen diese Metalldrahtnetze angeschleudert, das Wasser geht hindurch, die Lumpen bleiben theils an dem Drahtnetz haften, theils fallen sie wieder ab. Wenn die Lumpenmasse hinreichend gewaschen ist, werden die beiden Drahtnetze mit den beiden Holzdeckeln i, i bedeckt und die Wasserzuleitung eingestellt. Alsdann verläuft der Zerfaserungsprozess nur noch allein.

Zweckmässiger als diese Waschscheiben sind die Waschtrommeln. Dieselben bestehen aus einer Trommel H, die seitlich aus zwei Metallscheiben, in ihrem Umfang aus Drahtnetz gebildet ist. Das Wasser dringt durch das Gewebe des Drahtnetzes in die Trommel, wird hier von spiralartig gebogenen Röhren nach der hohlen Achse der Trommel geführt und fliesst durch dieselbe in eine Abflussrinne h h'. Die Umdrehungsgeschwindigkeit dieser Waschtrommel beträgt 20 in der Minute; die Bewegung derselben wird zu Anfang durch ein eigenes Getriebe, später durch die in Bewegung befindliche Flüssigkeit des Holländers selbst hervorgebracht.

Zum Zurückhalten des Sandes ist ein Sandfang angebracht, bestehend aus der Rinne d (Fig. 3), die mit Drahtnetz überzogen ist. Letzteres ist von einer solchen Feinheit, dass der Sand durch seine Maschen in die darunter befindliche Vertiefung fallen kann, von wo er von Zeit zu Zeit herausgenommen wird.

Jeder Holländer wird mit 50 bis 75, sogar bis 100 Kilogramm Lumpen beschickt. Die Wassermenge beträgt 1200 bis 2000 Kilogr. für jeden Holländer. Zu Anfang wird die Zerfaserungstrommel aufgezogen und nur die Waschtrommel in Bewegung gesetzt. Sobald das Wasser klar abfliesst, werden die Waschscheiben und der Sandfang verschlossen, die Zerfaserungstrommel allmälig niedergelassen. Die ganze Operation im Holländer dauert pro Charge je nach der Grösse 2—4 Stunden. Die Entleerung geschieht durch eine Oeffnung im Boden des Holländers.

In den meisten Papierfabriken wird diese erste Zerfaserungsarbeit in einem einzigen Halbholländer ausgeführt und es reicht dies für die leicht zu waschenden und zerfasernden weissen Lumpen in der That auch aus; für die groben, festgewobenen Lumpen dagegen, sowie für Nähte, Schnüre etc., welche sehr schwer zu zerfasern sind, ist es vorzuziehen nach dem Vorschlage von Planche die Zerfaserungsarbeit auf zwei Holländer zu vertheilen. Die beiden Holländer sind so aufgestellt, dass die Papiermasse aus dem ersten Holländer in den zweiten fliessen kann. In dem ersten werden die Lumpen dann hauptsächlich nur gewaschen, im zweiten wird die Zerfaserung ausgeführt. Die Trommel des ersten Holländers ist mit 36 Schneiden besetzt, der Kropf mit 6 bis 8; es reicht dies für den beginnenden Zerfaserungsprozess vollkommen hin. Ausserdem befinden sich in diesem Holländer die Waschtrommel, die Waschscheiben und 2 Sandfänge, die Zuleitung des Wassers geschieht, damit dasselbe die Lumpen mit möglichst grosser Geschwindigkeit durchströmt, durch ein nach vorn im Verhältniss von 10 zu 1 Centimeter sich verengendes Eisenblech. Der Abfluss der Lumpen-

masse in den zweiten Holländer geschieht durch ein 22 Centimeter weites Ventil, welches im Boden angebracht ist. Die Umdrehungsgeschwindigkeit der Trommel beträgt 150 in der Minute.

Die Trommel des zweiten Holländers ist mit 54 Schneiden besetzt, der Kropf mit 10 bis 12, auch sind diese Schneiden dünner, nur 2 bis 3 Millimeter dick. Die Umdrehungsgeschwindigkeit der Trommel beträgt 180 in der Minute, das Drahtnetz der Waschtrommel ist feiner als das des ersten Holländers; Waschscheiben sind keine angebracht.

Die vollständige Zerfaserung dauert 4 Stunden. Die Verluste bei der Operation schwanken zwischen 7 und 14 p. C. für gute Lumpen, zwischen 18 und 35 p. C. für schlechte Lumpen, Nähte, Schnüre etc.

Das Papierzeug, welches aus dem zweiten Holländer ausfliesst, lässt man in Kisten laufen, deren Boden aus einem Metalldrahtnetz besteht. Nachdem hier das Wasser aus dem Papierzeug abgetropft ist, führt man es in manchen Fabriken auf einem Tuch ohne Ende noch zwischen einem Walzenpaar aus Guttapercha oder gehärtetem Kautschuk hindurch, und presst das anhaftende Wasser möglichst aus. Man erhält dabei einen Kuchen aus Papierzeug von ca. 5 Millimeter Dicke, der 60 p. C. Wasser und 40 p. C. trockne Masse enthält. Neuerdings wird das Halbzeug, nach dem Vorgang von Rieder in Rixheim zur Entfernung des Wassers in Centrifugen ausgeschleudert. Die Umdrehungsgeschwindigkeit der letzteren beträgt 1200 bis 1300 in der Minute.

Bleichen. Das Bleichen des Papierzeugs hat den Zweck, die Farbstoffe zu zerstören und das Zeug in eine möglichst weisse Masse zu verwandeln. Der Bleichprozess wird in den Papierfabriken mit gasförmigem Chlor oder mittelst Chlorkalk ausgeführt.

Bleichen mit gasförmigem Chlor. Das Chlorgas, welches man nach einer der im 1. Band (S. 305) beschriebenen Methoden aus Braunstein und Salzsäure bereitet, wird durch die Bleiröhren c, c in die Bleichkammern A (Taf. XXXIX, Fig. 2) geleitet. Der Eintritt geschieht im oberen Theil der Kammern bei b. Das Halbzeug, welches bis zu einem gewissen Grad durch Abtropfen in einem Gefäss mit Siebboden, oder zwischen Walzen oder in Schleudern von Wasser befreit wurde, wird, wenn es gepresst worden war, in einer Art Wolf (eine in einem Trog laufende Welle, die mit Zähnen besetzt ist) in Stücke zerrissen und in der Bleichkammer auf Holzgestellen ausgebreitet. Das Chlorgas, welches bei b eintritt, fällt vermöge seines hohen specifischen Gewichtes herab und dringt durch das Papierzeug hindurch von den oberen Etagen nach den unteren. Der Ueberschuss des Chlors entweicht bei b′ durch ein Rohr in eine zweite, schon mit Papierzeug be-

schickte Bleichkammer. Die gebleichte Masse wird durch die seitliche Thür A A′ herausgenommen.

Man kann die Kammern durch mehrere Bleichkasten ersetzen, welche bis zu 1 Meter Höhe mit Papierzeug angefüllt sind. Es ist nachgewiesen, dass in solchen Kästen, bei welchen das Chlor ebenfalls oben eintritt, der Bleichprozess in 10 bis 12 Stunden beendigt ist.

Statt das zwischen Walzen ausgepresste Papierzeug zu zerreissen, kann man es auch spiralig aufgerollt in lange gemauerte Behälter hineinschieben, so dass die einzelnen Rollen nebeneinander zu liegen kommen. Das Mauerwerk dieses Behälters ist innen mit Theer bestrichen und mit Holzbohlen verkleidet, seine Länge beträgt etwa 5 Meter, seine Breite 1½ Meter, seine Höhe 1 Meter 30 Centimeter. Die Aussenwandungen sind ebenfalls mit Holzbohlen oder mit Steinplatten verkleidet, die Fugen gut verstrichen. Das durch zwei Zwischengefässe gewaschene und abgekühlte Chlor wird am einen Ende des Behälters oben zugeleitet, fällt herab und schreitet gegen das entgegengesetzte Ende zu vorwärts, indem es die Luft verdrängt. Jeder Behälter von den angegebenen Dimensionen kann 2000 Kilogramm Papierzeug (auf Trockensubstanz berechnet) fassen. Bei einem System von 13 solcher Behälter, sind 3 im Zustand des Chargirens, 3 werden entleert, 6 sind in Function, einer in der Reparatur.

Wenn man bei dem Bleichprozess die Temperatur zu hoch steigen und die Einwirkung des Chlors auf das Papierzeug zu lebhaft werden lässt, nimmt die Cellulose an der Reaction Theil und es kann auf diese Weise sehr viel von der Fasersubstanz verloren gehen. Die Temperatur muss desshalb möglichst gemässigt werden und das Chlor darf nur nach und nach in kleinen Mengen zutreten. Bei zu niedriger Temperatur kann jedoch der Bleichprozess auch zu langsam verlaufen und dann wird durch Einleiten von Wasserdampf in die Bleichbehälter die Temperatur gesteigert.

Nachdem das Papierzeug mit Chlorgas gebleicht ist, bringt man es zum weiteren Abtropfen in Kasten und lässt es hier 24—48 Stunden liegen, wobei ein Nachbleichen durch das noch anhaftende Chlor stattfindet.

Waschen des mit Chlor gebleichten Papierzeugs. Um die mit Chlor gebleichte Masse zu gleicher Zeit zu waschen und zu zerreissen, bringt man sie in einen Holländer. Die Schneiden der Trommel und des Kropfes sind aus Bronce (85 p. C. Kupfer, 15 p. C. Zinn), weil die Stahlschneiden von dem Chlor zu stark angegriffen würden.

Bleichen mit Chlorkalk. In neuester Zeit wird in den bei weitem meisten Papierfabriken mit Chlorkalk gebleicht. Der Chlorkalk oder Bleichkalk enthält als wirksamen Bestandtheil unterchlorigsauren Kalk, der seinerseits durch Zusatz von Salzsäure in Chlorcalcium. Wasser und Chlor zerlegt wird. Statt Salzsäure kann auch Schwefelsäure genommen werden, weil diese das in dem Chlorkalk enthaltene Chlorcalcium unter Bildung von schwefelsaurem Kalk und Salzsäure zerlegt, welch letztere dann in der angegebenen Weise auf den unterchlorigsauren Kalk unter Bildung von Chlor einwirkt.

Zum Zweck des Bleichens mit Chlorkalk bereitet man sich eine klare Lösung von Chlorkalk und setzt diese zu gleicher Zeit mit Schwefelsäure oder Salzsäure dem Papierzeug zu.

Bleichholländer. Das Vermischen des Papierzeugs mit der Bleichflüssigkeit geschieht in einem Holländer, dem man meist die doppelte Capacität der anderen Holländer giebt. Derselbe ist aus Holz, aus Cement, Beton etc., hie und da selbst aus Gusseisen angefertigt. doch ist es zweckmässig, in letzterem Fall die Innenwandungen mit Cement zu verkleiden, weil sonst Eisen in die Papiermasse kommt und diese färbt. Statt mit Stahlklingen besetzt man die Trommel und den Kropf am Besten nur mit hölzernen Schienen. Waschscheiben werden über der Trommel keine angebracht, wohl aber ein Sandfang und eine, hie und da sogar zwei Waschtrommeln. Statt einer mit Holzschienen besetzten Trommel findet man an den Bleichholländern oft nur eine Achse, auf welcher zwischen zwei Holzscheiben sechs bit acht Schaufeln aus Holz angebracht sind. Zweckmässig giebt man letzteren einen Ueberzug von Bleiblech, um ein Abfasern von Holztheilen zu vermeiden. Die Umdrehungsgeschwindigkeit dieses Schaufelrades muss eine solche sein, dass sich die Papiermasse mit derselben Geschwindigkeit bewegt wie in den gewöhnlichen Holländern.

Um das Waschen und Bleichen der Lumpen rascher zu bewerkstelligen, verwendet Planche statt des Schaufelrades eine mit 20 Bronceschienen besetzte Trommel, darunter einen Kropf, der mit 3 ebensolcher Schienen besetzt ist. Derselbe giebt eine Vorrichtung an, vermittelst welcher die Bleichflüssigkeit und das Wasser auf einfache und praktische Weise zugegeben werden können. Dieselbe besteht darin, dass man dem Holländer einen durchlöcherten Doppelboden giebt, welch letzterer aus Bronceplatten mit 2 Millimeter weiten Löchern besteht, die durch Holzleisten gehalten werden. Seitlich ist ein kleiner Behälter aus Holz, 35 Centimeter lang und 35 Centimeter breit, angebracht, der den Holländertrog um 40 Centimeter überragt und welcher auf seinem Boden mit dem Raum unter dem Doppelboden des Hollän-

ders communicirt. Durch drei mit Hähnen versehene Röhren können aus drei höherstehenden Gefässen verschiedene Flüssigkeiten zuerst in den kleinen Behälter und dann aus diesem von unten durch den Doppelboden in den Holländer geleitet werden. Das eine der 3 Gefässe enthält frische Chlorkalklösung, das zweite schwächere schon einmal gebrauchte, das dritte Wasser.

Manchmal wird die Bleichung mit Chlorgas mit derjenigen mit Chlorkalk verbunden, indem namentlich in grossen Fabriken die Lumpen oder das Halbzeug mit Chlorgas in Bleichkammern oder Bleichkasten vorgebleicht, mit Chlorkalklösung im Holländer nachgebleicht werden. Noch häufiger wird mit Chlorkalk sowohl vor- wie nachgebleicht, letzteren Falls wird aber die Nachbleiche mit dem Ganzzeug ausgeführt.

Die Menge des anzuwendenden Bleichmittels variirt je nach der Art des zu bleichenden Papierzeugs, sowie nach der Stärke des Bleichmittels. Auf 100 Kilogramm trockenen Zeugs nimmt man zum Bleichen mit Chlorgas durchschnittlich 4 Kilogramm Braunstein und die dazu gehörige Menge roher Salzsäure, zum Bleichen mit Chlorkalk auf 100 Kilogramm Zeug je nach seiner Stärke 1 bis 8 Kilogramm Chlorkalk und $^1/_2$ Kilogramm Schwefelsäure. Letztere verdünnt man vor dem Zusatz mit dem 20fachen Wasser und setzt sie in kleinen Portionen der Chlorkalklösung zu.

Sehr wesentlich ist es, dass das gebleichte Halbzeug vor seiner weiteren Verarbeitung vollständig gewaschen wird. Zu diesem Zweck ist in dem Bleichholländer eine Waschtrommel angebracht, mittelst welcher nach vollendetem Bleichprozess das Papierzeug gründlich gewaschen wird. Praktischerweise setzt man der Waschflüssigkeit, nachdem die Hauptmasse des Chlors mittelst Wasser ausgewaschen ist, etwas in Wasser gelöstes unterschwefligsaures Natron (Antichlor) zu. Letzteres wird durch die letzten Spuren des noch dem Zeuge anhaftenden Chlors zu schwefelsaurem Natron oxydirt, welches dann leicht mittelst Wasser vollständig ausgewaschen werden kann. Diese Operation des Waschens wird meist in dem Ganzholländer, vor der eigentlichen Zerfaserungsarbeit ausgeführt.

Das gebleichte und gewaschene Halbzeug wird nun im Ganzholländer zu einer möglichst feinen Masse zerfasert und in Ganzzeug umgewandelt. Auf die Unterschiede in der Construction zwischen Halbholländer und Ganzholländer ist schon weiter oben (S. 615) aufmerksam gemacht. Die Hauptsache ist, dass die Zerfaserungstrommel sowie der Kropf des Ganzholländers mit einer grösseren Zahl und mit feineren Schneiden besetzt sind, als beim Halbholländer, in Folge dessen

auch im ersteren eine feinere Zerfaserung ermöglicht ist, als im letzteren. Ausserdem hat der Ganzholländer meistens keine Waschscheiben, sondern nur eine Waschtrommel. Das Mahlen des Papierzeugs im Ganzholländer wird auf dieselbe Weise ausgeführt, wie im Halbholländer, nur muss noch mit mehr Sorgfalt gearbeitet werden, da sonst die Zerfaserung leicht zu weit gehen könnte, ein Prozess den man das Todtmahlen nennt. Die Zeitdauer dieses Mahlprozesses ist durchschnittlich ebenfalls dieselbe wie bei der Herstellung des Halbzeugs.

Planche vertheilt die Arbeit des Ganzholländers auf zwei Holländer, von welchen der eine höher steht als der zweite, so dass man den Inhalt des ersteren in den unteren ablaufen lassen kann. Im ersten wird das aus dem Bleichholländer kommende Papierzeug mit Wasser gründlich gewaschen. Sobald der Waschprozess beendigt ist, sistirt man den Wasserzufluss, lässt aber noch eine Portion Wasser durch die Waschtrommel ausfliessen, so dass eine dickere Masse zurückbleibt. Zu gleicher Zeit senkt man die Zerfaserungstrommel und leitet den Mahlprozess ein, welch letzterer, nachdem man durch Oeffnen eines Ventils die Papiermasse in den zweiten Holländer abgelassen hat, in diesem vollendet wird. Bei dieser Einrichtung dauert das Mahlen des Ganzzeugs 2—3 Stunden.

Das Mischen des Papierzeugs d. h. das Mischen verschiedener Zeuge zu einem einzigen Papierzeug von bestimmten Eigenschaften wird in dem Ganzholländer ausgeführt. Es muss dabei auf die Auswahl der Sorten und auf die Mengenverhältnisse die grösste Sorgfalt verwendet werden. Es dürfen z. B. keine Zeuge von ganz groben mit Zeugen von ganz feinen Lumpen vermischt werden; denn dadurch erhält man nur ein rauhes, ungleichartiges Papier und das feine Zeug wäre so gut wie verloren. Um ein feines Papier zu erhalten, dürfen nur Zeuge von möglichst gleichen Eigenschaften miteinander vermischt werden, feinfaseriges Zeug mit feinfaserigem, grobfaseriges mit grobfaserigem.

Rudel hat für Zeugmischungen, die zur Herstellung verschiedener Papiersorten dienen sollen, eine grosse Tabelle aufgestellt, aus welcher hier nur die folgenden Daten wieder gegeben seien. Auf 100 Pfund Papierzeug werden gebraucht für:

	Halbstoff Pfund	von Nro.*
Briefpapier, extrafein	50	1
	50	3

* Die Nro. des Halbstoffs beziehen sich auf die S. 607 angegebene Tabelle von Rudel.

	Halbstoff Pfund	von Nro.
Briefpapier, extradünn	25	2
	75	3
Briefpapier, mittelfein	25	3
	25	4
	50	8
Schreibpapier, fein Kanzlei	25	3
	50	4
	25	8
Schreibpapier, Concept	25	5
	50	6
	25	9
Druckpapier, Post-extrafein	25	2
	25	3
	25	8
	25	11
Druckpapier, Kanzlei-fein	25	3
	25	8
	25	11
	25	12
Druckpapier, Kanzlei-mittelfein	25	4
	25	9
	25	12
	25	13
Seidenpapier	25	2
	25	3
	25	4
	25	8
Cigarettenpapier	25	1
	50	2
	25	11
Blaues Packpapier	75	10
	25	15
Graues Packpapier	50	7
	25	14
	25	16

Neuerdings wird dem Papierzeug auch zur Herstellung besserer Papiersorten in bedeutender Menge Holz- oder Strohzeug zugesetzt. In der Papierfabrik zu Kröllwitz bei Halle verwendet man z. B. zur Bereitung von feinem Briefpapier 66,6 p. C. Lumpen und 33,3 p. C. Stroh, für gutes Schreibpapier 33,3 p. C. Lumpen und 66,6 p. C. Stroh. Dasselbe Mischungsverhältniss für gute Druckpapiere.

Holzzeug kann in nicht so grossen Mengen zugesetzt werden. Nach C. Hoyer können genommen werden: zu mittelfeinen Schreib-

und Druckpapieren: 15—30 p. C., zu ordinären Schreib- und Druckpapieren 30—50 p. C., für ordinäre Tapetenpapiere, für Seiden-, Flaschen- und Packpapier 50—80 p. C. Holzzeug. — Cartons und Pappe können ganz aus Holzzeug angefertigt werden.

Füllen. Um dem Papier eine grössere Weisse zu ertheilen sowie zur Erhöhung seines Gewichts werden dem Ganzzeug die sogenannten Füllstoffe zugesetzt. Dieselben überziehen die einzelnen Fasern und füllen die Zwischenräume in der verfilzten Masse des Papiers aus. Aus diesem Grunde werden als solche Zusätze immer nur schön weisse fein gepulverte Stoffe genommen wie Barytweiss, Schwerspathpulver, Gyps, Schlemmkreide, vollkommen weisses Kaolinpulver. Der aus Amerika kommende pearl-hardering ist kieselsaurer Kalk, auf künstlichem Wege bereitet. Auch schwefelsaures Blei und Bleiweiss werden als Füllstoffe verwendet. Besonders empfehlenswerth sind Kreide und feiner weisser Thon in Form von Kaolin oder einem anderen Thonpräparat, weil das Papier davon ein gleichmässigeres Aussehen erhält als von den specifisch schweren, in Folge dessen auch schwer gleichmässig zu vertheilenden Baryt- und Bleipräparaten. Das Quantum der zuzusetzenden Füllstoffe darf zwischen 10 und 20 p. C. vom Gewicht des trocknen Papierzeugs betragen. Häufig wird jedoch noch weit mehr zugesetzt, was zu verwerfen ist, weil es dann nur noch geschieht, um das Gewicht des Papiers auf Kosten seiner guten Eigenschaften zu erhöhen.

Bläuen. Da von Seiten der Concurrenten meist ein Papier von etwas bläulichweissem Thon verlangt wird, blos gebleichte Lumpen aber fast immer noch einen Stich ins Gelbliche zeigen, so wird dem Papierzeug für feinere Papiersorten im Holländer gewöhnlich ein blauer Farbstoff zugesetzt. Am häufigsten wird hiezu das Ultramarin verwendet und zwar nimmt man ca. 1 p. C. desselben von dem Gewicht des trocknen Papierzeugs, etwas mehr oder etwas weniger je nachdem das Zeug etwas mehr oder etwas weniger gelblich erscheint. Statt Ultramarin können auch Smalte, Indigo oder Berlinerblau genommen werden, das erstere hat jedoch den grossen Vorzug, dass es im Handel schon in dem nöthigen feinpulverigen Zustand zu haben ist.

Leimung. In Folge der filzartigen Beschaffenheit des Papiers saugt es schwammartig die damit in Berührung kommenden Flüssigkeiten auf, es löscht oder fliesst. Da man auf ein derartiges Papier in Folge dessen nicht schreiben kann, müssen zur Herstellung von Schreibpapier seine Poren mittelst einer an den Fasern festklebenden Masse verstopft werden und dies geschieht durch den Leim.

Die Operation des Leimens kann auf verschiedene Weise ausge-

führt werden. Nach dem früher allgemein üblichen Verfahren wurden erst die fertigen Papierbogen geleimt, während neuerdings der Leim dem Papierzeug fast allgemein schon in der Bütte oder im Holländer zugesetzt wird. Ersteres Verfahren wird Bogenleimung, letzteres Büttenleimung genannt.

Die Bogenleimung wird fast nur mit gewöhnlichem animalischem Leim ausgeführt. Dieser muss jedoch, um die Weisse des Papiers nicht zu beeinträchtigen, möglichst farblos sein.

Man bereitet den Leim, der zur Leimung von Papier verwendet werden soll, aus Fellen von Hasen und Kaninchen, aus den Klauen von Schafen und Ziegen, aus Pergamentabfällen, aus der Haut von Aalen etc. Diese Materialien werden gewaschen, in Kalkwasser eingeweicht und darauf vollkommen zuerst mit angesäuertem dann mit reinem Wasser wieder ausgewaschen. 1 Theil dieser Stoffe wird 6 Stunden lang mit 8 bis 10 Theilen Wasser im schwachen Sieden erhalten und während dieser Zeit mit kleinen Portionen feinstem Kalkpulver bestreut, um das Fett in unlösliche Kalkseife zu verwandeln. Sobald ein Tropfen der kochenden Flüssigkeit, auf eine kalte Porzellanplatte gebracht, zu einer Gallerte erstarrt, ist der Leim fertig. 100 Kilogramm dieser Gallerte werden mit 2 bis 3 Kilogramm Alaun, der vorher in Wasser gelöst wird, versetzt. Dadurch wird der Leim coagulirt und unlöslicher, also für die Leimung des Papiers in geeignetere Form gebracht. Die eben angegebene Menge der Gallerte reicht zum Leimen der Papiermasse für einen ganzen Papierbottich oder die entsprechende Menge Papier hin.

Praktischer wird der schon fertige Leim des Handels verwendet. Derselbe wird 2 bis 3 Stunden in Wasser eingeweicht, dann in kochendem Wasser gelöst; 6 bis 8 Kilogramm Leim werden mit 2—3 Kilogramm Alaun, der in 100 Liter Wasser gelöst sein muss, zusammengebracht. Dieses Quantum reicht ebenfalls zum Leimen des Papiers eines ganzen Bottichs hin.

Die Leimlösung wird auf 25° C. gebracht und dann werden ca. 100 Papierbogen zu gleicher Zeit von einem Arbeiter derartig in die Lösung gesteckt und darin gewendet, dass jeder einzelne Bogen auf beiden Seiten mit Leimlösung überzogen ist. Es erfolgt noch eine Pressung, um den Leim im Inneren der einzelnen Bogen zu vertheilen, die Bogen werden auseinander genommen und zum Trocknen an Schnüre in einem Trockenraum aufgehängt.

Auf das Trocknen des Papiers muss die grösste Sorgfalt verwendet werden. Es muss im Allgemeinen langsam von Statten gehen,

ohne jedoch so lange zu dauern, dass eine Zersetzung des noch feuchten Leims eintreten kann. Diese Zersetzung zeigt sich hie und da im Sommer bei feuchter Gewitterluft, der Leim bedeckt sich mit Schimmel, wird flüssig und verliert seine klebende Eigenschaft. Wenn man dagegen zu rasch trocknet, so bleibt der Leim in der ganzen Papiermasse vertheilt, während bei langsamem Trocknen der Leim sich mit der Feuchtigkeit allmälig nach der Oberfläche zieht und hier eine undurchdringliche Schicht bildet. Aus diesem Grunde fliesst ein auf Bogen geleimtes Papier, wenn man auf eine Stelle schreibt, an welcher durch Radiren die stark geleimte Oberfläche entfernt ist.

Bei der Büttenleimung wird der Leim dem Papierzeug in der Bütte oder im Holländer zugesetzt und es erhellt hieraus, dass das daraus bereitete Papier in seiner ganzen Masse gleichmässig geleimt sein muss. Nur selten wird zu dieser Leimung gewöhnlicher animalischer Leim verwendet, gewöhnlich wird vielmehr mit einer Harzseife und Alaun oder schwefelsaurer Thonerde, oder mit Harzseife, schwefelsaurer Thonerde und Stärke zu gleicher Zeit geleimt.

Die Mengen von Harzseife, Stärke und schwefelsaurer Thonerde, welche zum Leimen des Papiers verwendet werden, bilden meistens ein Fabrikgeheimniss. In der folgenden Beschreibung sind die von Planche empfohlenen Mengenverhältnisse enthalten.

Damit die Weisse des Papiers, von der ja sein Werth grossen Theils abhängig ist, nicht beeinträchtigt wird, ist es nothwendig die reinsten und weissesten Sorten von Stärke und Harz zu verwenden. Von den verschiedenen Harzsorten verdienen das französische und amerikanische Harz den Vorzug. Dasselbe wird (in Bordeaux und den vereinigten Staaten Nordamerikas) als Rückstand bei der Destillation des Terpentins mit Wasserdampf zur Bereitung von Terpentinöl erhalten und gewöhnlich Colophonium genannt. Es ist nur ganz schwach gelblich gefärbt oder ganz farblos.

In den Stärkefabriken wird für die Papierfabricanten eine besonders reine und weisse Stärke fabricirt. Dieselbe soll nicht mehr als höchstens 18 p. C. Wasser enthalten, wovon man sich durch den Gewichtsverlust beim Trocknen eines abgewogenen Quantums bei 110° überzeugen kann. Die Asche der Stärke darf nicht mehr als 3 bis 4 pro mille betragen, sonst sind der Stärke in betrügerischer Absicht mineralische Bestandtheile zugesetzt.

Der Alaun oder die schwefelsaure Thonerde, welche zum Ausfällen der Harzseife benützt werden, müssen vollkommen eisenfrei sein. Es darf also eine Probe derselben in Wasser gelöst und mit gelbem Blutlaugensalz versetzt, keine blaue Füllung geben, selbst dann nicht, wenn

man einige Tropfen Chlorwasser zusetzt. Der Alaun hat vor der schwefelsauren Thonerde den Vorzug, dass er in Folge seiner bedeutenden Krystallisationsfähigkeit leichter rein zu erhalten ist. Die schwefelsaure Thonerde ist dagegen billiger und wenn sie eisenfrei zu haben ist, ist ihr unbedingt der Vorzug zu geben.

Zur Herstellung der Harzseife werden 10 Kilogramm Aetznatron in einem Kessel in 700 Liter Wasser gelöst und durch Einleiten von Wasserdampf zum Sieden gebracht. Nach und nach fügt man hiezu 100 Kilogramm gepulvertes und gesiebtes Harz und setzt das Kochen der Flüssigkeit so lange fort, bis sämmtliches Harz gelöst ist, worauf man zum Absetzen der suspendirten Theile zwei Tage lang in einem Absatzkasten ruhig stehen lässt. Andererseits löst man, indem man mit Dampf erhitzt, 500 Kilogramm eisenfreie schwefelsaure Thonerde in 500 Liter Wasser auf, ein Quantum, welches zum Leimen des Papierzeugs aus 166 Holländern hinreicht, wenn man für jeden 6 Kilogramm Lösung, entsprechend 3 Kilogramm schwefelsaure Thonerde rechnet. In einem besonderen Gefäss werden 10 Kilogramm Stärke in 50 Liter Wasser eingerührt, diese in 70 Kilogramm der obigen Harzseifenlauge gegossen, mittelst Dampf auf 100° gebracht und dann in den im Gang befindlichen Holländer zu dem Papierzeug gesetzt. Nachdem die Harzseife vollständig in dem Zeug vertheilt ist, giesst man 6 Kilogramm der schwefelsauren Thonerde-Lösung hinzu, worauf sich der Leim in den Papierfasern bildet und ausscheidet.

Die Prozesse, die hiebei verlaufen, sind in Kurzem die folgenden: Bei dem Eintragen des Harzes in kochende Natronlauge bilden sich lösliche Verbindungen der Säuren, aus welchen das Harz besteht (Abietinsäure u. a.), mit Natron. Die Natron-Harzseife ist demnach eine in Wasser lösliche Verbindung von harzsaurem Natron. Vermischt man diese Lösung mit einer Lösung von schwefelsaurer Thonerde, so findet eine doppelte Umsetzung statt, indem sich schwefelsaures Natron und harzsaure Thonerde bilden. Ersteres löst sich im Wasser auf, letztere ist der eigentliche Papierleim, welcher, als in Wasser unlöslich, sich beim Zusammentreffen der Lösungen gallertartig ausscheidet. Geschieht die Vermischung im Holländer, so scheidet sich der Leim in äusserst feiner Vertheilung auf den einzelnen Papierfasern aus.

Manchmal wird auch die gemischte Leimung zur Anwendung gebracht. Man giebt zu diesem Zwecke in den Holländer ein Gemisch bestehend aus Harzseife, die 2 Kilogramm Harz enthält, 4 Kilogramm Stärke und 2 Kilogramm vorher in Wasser aufgeweichten und gelösten Leims, dazu soviel einer Lösung von schwefelsaurer Thonerde, dass die Flüssigkeit ganz schwach saure Reaction zeigt.

Im Allgemeinen kann als Norm gelten, dass man zum Leimen von Schreibpapier auf 100 Kilogramm Papierzeug (Trockensubstanz) 1 bis 1,2 Kilogramm Natron, 10 bis 12 Kilogramm Harz, 20 bis 30 Kilogramm Stärke und 5 bis 6 Kilogramm schwefelsaure Thonerde braucht.

Zum Leimen gewöhnlicher Papiere wird statt der feinen Harzseife die billigere Talg- oder Oelseife verwendet. Nach Hoyer nimmt man auf 100 Pfund Zeug 3 Pfund Seife und 3 Pfund Alaun. Für ganz feine Papiere dagegen wird Wachsseife genommen. Zu deren Bereitung werden 40 Pfund weisses Wachs in einer Kalilauge gelöst, die aus 10 Pfund Potasche und 5 Pfund Aetzkalk bereitet wurde. Von dieser Seife setzt man zu dem Papierzeug ein solches Quantum, dass auf je 100 Kilogramm desselben 2 Pfund Wachs kommen und zersetzt mit 3 Pfund Alaun oder 1¼ Pfund schwefelsaurer Thonerde.

Eine mechanische Vorrichtung, mittelst welcher das Papier geleimt werden kann, ist weiter unten bei den Papiermaschinen beschrieben.

Formen des Papiers. Nach der ältesten Methode wurde die Umwandlung des Papierzeugs in Papier allgemein mittelst Handarbeit zur Ausführung gebracht, Papiermaschinen kamen erst verhältnissmässig spät zur Anwendung. L. Robert zu Esonne (Frankreich) war der erste, der im Jahr 1798 eine kleine Papiermaschine construirte und auch zur Anwendung brachte. In Deutschland wurde die erste Maschine 1819 zu Weida von A. Keferstein aufgestellt.

Handpapier. Die Fabrication des Handpapiers ist jetzt nur noch von untergeordneter Bedeutung, sie erfordert zu viel Zeit und Arbeitskraft, als dass sie im Stande wäre, mit der Fabrication des Maschinenpapiers die Concurrenz auszuhalten. Nur für ganz bestimmte Zwecke, wie z. B. für Filtrirpapier, wird noch Papier mittelst Handarbeit fabricirt.

Der Inhalt mehrerer Holländer wird in einem grossen Gefäss, der Schöpfbütte, vereinigt und mit soviel Wasser verdünnt, dass das Ganze eine dünnflüssige milchige Masse bildet. Quer über dieser Bütte liegt ein durchlöchertes Brett, der grosse Steg. Die Bildung des Papierbogens geht in der sogenannten Form vor sich. Dieselbe besteht aus einem viereckigen der Grösse des herzustellenden Bogens entsprechenden Holzrahmen, der mit einem feinen Messingdrahtnetz bespannt ist. Ein Arbeiter taucht diese Form in dem Papierbrei unter, füllt sie damit an und hebt sie in horizontaler Lage wieder heraus. Dieselbe ist mit einer der Randhöhe des Rahmens entsprechenden Menge Papierbrei angefüllt. Indem nun das Wasser durch die Maschen des Drahtnetzes hindurchtropft, während die Papierfasern davon zurück-

gehalten werden, bildet sich allmälig der Papierbogen, ein Prozess der durch Schütteln der Form noch beschleunigt wird. Das abtropfende Wasser lässt man in die Bütte zurückfliessen, setzt aber, um dadurch nicht eine zu starke Verdünnung des Papiers zu bewirken, allmälig frisches unverdünntes Papierzeug nach. Damit in der Bütte sich die Fasern nicht zu Boden setzen, wird fortwährend umgerührt, auch wird die Flüssigkeit während der Operation des Schöpfens fortwährend warm erhalten, was man entweder mittelst einströmenden Dampfes oder mittelst eines eigenen Ofens bewirkt. Aus dem Angeführten geht hervor, dass die Dicke der herzustellenden Papierbogen abhängt von der Dicke des Papierbreis und der Höhe des Holzrahmens.

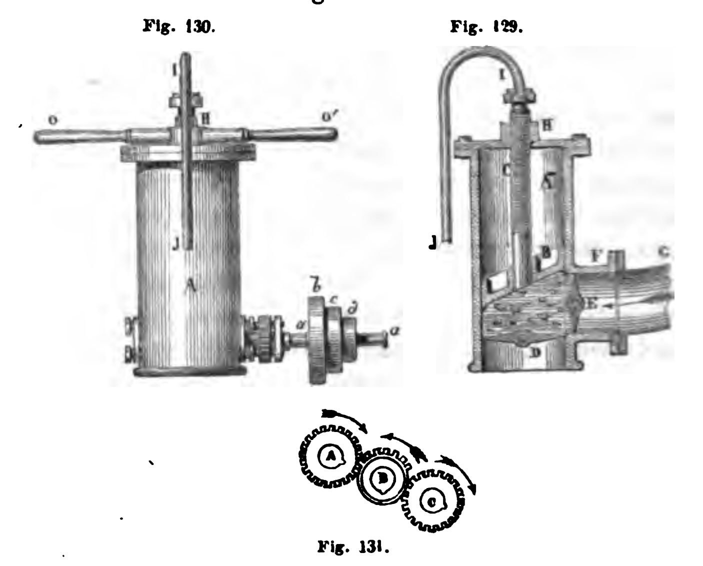
Nachdem die Hauptmasse des Wassers abgetropft ist, wird die Form auf den grossen Steg gegen eine ausgezackte Latte aufgestellt, worauf ein weiteres Quantum Wasser ablauft. Von einem zweiten Arbeiter wird die Form in umgedrehter Stellung, also der Papierbogen nach unten, auf eine Filzplatte gelegt, die auf einem neben der Bütte stehenden Tisch liegt, eine Operation, welche Gautschen oder Kautschen genannt wird. Beim Abnehmen der Form bleibt der Papierbogen an dem Filz haften. Darauf kommt wieder eine Filzplatte mit Papierbogen, bis ein ganzer Stoss, abwechselnd aus Filzplatten und Papierbogen gebildet, auf dem Tisch vereinigt ist. Man lässt sie einige Zeit ruhig stehen, damit sich die Filze mit Wasser vollsaugen können und bringt dann den ganzen Stoss unter die Presse, welche man so lange wirken lässt, als noch Wasser abfliesst. Filzplatten und Papierbogen werden nun auseinander genommen, bei guten Papieren die Pressung noch ein- oder zweimal wiederholt, bei gewöhnlichen wird gleich nach dem ersten Pressen getrocknet. Die Filze müssen, um Fäulniss zu verhindern, von Zeit zu Zeit getrocknet werden.

Das Trocknen der Papierbogen geschieht in eigenen Trockenräumen durch Aufhängen an Schnüren.

Fabrication des Maschinenpapiers. Aus dem Holländer wird das Papierzeug in einen gemeinsamen Behälter gebracht, welcher so gross sein muss, dass er den Inhalt von mindestens 6 Holländern fasst. Hier wird der Papierbrei mit Wasser verdünnt. Der Wasserzusatz richtet sich nach der Dicke des herzustellenden Papiers; soll dickes Papier fabricirt werden, so setzt man nur wenig, bei dünnem Papier viel Wasser zu. Ein Rührwerk hält die Masse, um das Absetzen der Fasern zu verhindern und die Masse gleichmässig zu machen, fortwährend in Bewegung. Aus diesem Behälter fliesst die Papiermasse in die Bütte, aus letzterer auf die Papiermaschine. Taf XL. Fig. 1 ist eine solche Papierbütte abgebildet. A Bütte, 1 Meter

33 Centimeter hoch, 3 Meter im Durchmesser; C D eine vertikale Achse, an welcher das Rührwerk B B befestigt ist. Durch dasselbe wird die Papiermasse vollständig gleichmässig erhalten. Bei D befindet sich ein kleiner Behälter, in welchen sich fortwährend ein schwacher Wasserstrahl ergiesst, welch letzterer durch die Röhren E E auf den Rührarmen vertheilt wird und von diesen in die Bütte abfliesst.

Regulatoren. Das Niveau in der Bütte muss, damit der Abfluss nach der Maschine immer gleichmässig erfolgt, immer gleich hoch sein und es muss desshalb auch der Abfluss aus dem ersten Behälter in die Bütte genau regulirt werden. Es geschieht dies vermittelst eines Hahns, der mittelst Hebelarm mit einem in der Bütte befindlichen Schwimmer in Verbindung steht. In dem Maass als das Niveau


Fig. 130. Fig. 129. Fig. 131.

der Flüssigkeit in der Bütte sinkt, öffnet sich der Hahn und fliesst dann der Papierbrei aus dem Behälter ab.

Statt des Schwimmerhahns findet man zur gleichmässigen Ueberführung der Papierflüssigkeit aus dem ersten Behälter in die Bütte auch das Schöpfrad in Anwendung. Die Eimer oder Taschen desselben füllen sich in dem ersten Behälter und entleeren sich in eine Rinne, die nach der Bütte führt. Damit diese Zuführung ebenfalls entsprechend der Verarbeitung auf der Maschine stattfindet, wird das Schöpfrad von der letzteren aus in Bewegung gesetzt.

Fig. 129, 130 und 131 ist ein neuer Regulator abgebildet, welcher zwischen Sammelbehälter und Bütte stehend, seine Bewegung von der Papiermaschine erhält, also ebenfalls nur soviel durchlässt, als die

Maschine verarbeitet. Durch das weite Rohr G tritt das Zeug aus dem Sammelbehälter in den Regulator A mittelst der drehbaren Klappe kann dieser Eintritt regulirt werden, denn es kann jedesmal nur soviel Zeug zutreten, als in dem Raum zwischen der Klappe E, dem verschiebbaren Deckel B und der Klappe D Platz hat. Nachdem sich dieser Raum mit Zeug angefüllt hat, wird Klappe E geschlossen, zu gleicher Zeit D geöffnet, worauf das Zeug in die Bütte abfliesst. Sofort schliesst sich wieder D, E öffnet sich, es dringt wieder ein bestimmtes Quantum Zeug ein, welches dann durch Oeffnen der Klappe D wiederum in die Bütte abfliesst u. s. f. Die abwechselnde Drehung der beiden Klappen wird leicht mittelst des Zahnrades B, Fig. 131 bewerkstelligt. Dasselbe dreht sich immer in derselben Richtung und greift, da es nur theilweise gezahnt ist, abwechselnd in die Zahnräder A und B ein; durch A wird die Klappe E, durch C die Klappe D gedreht. Je nachdem man die Zuführung des Zeugs vermehren oder vermindern will, kann man die Drehung von B vermittelst der Triebräder b, c und d (Fig. 130) beschleunigen oder verlangsamen.

Neuerdings bringt man die Regulatoren meistens zwischen den Bütten und den Reinigungsapparaten der Maschine (Sandfang, Knotenfänger) an. Eine derartige Einrichtung ist Fig. 1 und 2 Taf. XLI. zu sehen. B ist der Regulator, in welchen das Zeug aus den beiden Bütten läuft, ehe es auf die Maschine gelangt. Derselbe ist Fig. 3 und 4 im vertikalen und horizontalen Querdurchschnitt abgebildet. Der Zufluss geschieht durch das weite Rohr b, dessen Mündung in den Regulator vermittelst einer Klappe sich beliebig weit öffnet, je nachdem eine zweite Klappe, die vor dem Abflussrohr f angebracht ist, herauf oder heruntergebracht wird. Durch diese letztere Klappe wird das Ausflussquantum regulirt und zwar vermittelst der Kurbel und der daran befestigten Stange e. Wird der Schieber durch Drehung der letzteren heruntergeschoben, so verkleinert sich die Ausflussöffnung, das Niveau der Flüssigkeit im Regulator steigt in die Höhe, mit diesem aber auch der wannenförmige Schwimmer d. Zu gleicher Zeit mit dem Schwimmer hebt sich der längere Arm des Hebels c, während der kürzere Arm sich senkt und da an diesem letzteren der Schieber des Einflussrohrs b befestigt ist, wird auch die Oeffnung des letzteren verschlossen. Schiebt man dagegen die Abflussklappe hinauf so sinkt das Niveau im Regulator, der kurze Hebelarm und damit der daran befestigte Schieber werden in die Höhe gezogen. Auf diese Weise wird der Zufluss genau nach dem Ausfluss regulirt. Ein Rührwerk mit vertikaler Achse, an welcher die vier Flügel g g befestigt sind, hält die

Flüssigkeit in Bewegung und verhindert ein Absetzen von Zeugfasern in dem Regulator.

Aus diesem Regulator kann man das Zeug noch in die Trommel leiten, in welcher sich ein kleines Schöpfrad befindet. Die Einrichtung desselben ergiebt sich aus Fig. 3 und 4, Taf. XL. Das Schöpfrad, welches von der Papiermaschine in Bewegung gesetzt wird, hebt die Flüssigkeit aus der Trommel in einen gemeinsamen Kanal, aus welchem sie sich auf den Sandfang D (Fig. 2 Taf. XLI) ergiesst.

Soll das Zeug ohne Schöpfrad der Maschine aus dem Regulator zugeführt werden, so kann man wie bei dem Regulator von Tidcombe an der Schieberstange e (Fig. 3) anstatt der Kurbel einen Schwungregulator anbringen, der, zum Zweck der harmonischen Wirkung von Regulator und Maschine, von letzterer aus in Bewegung gesetzt wird.

Um den noch mitgerissenen Sand aus dem Zeug zu entfernen, passirt dasselbe, ehe es auf die Maschine kommt, einen Sandfang. Ein solcher ist auf Taf. XLI, Fig 1 bei D am Anfang der Papiermaschine zu sehen. Die spezielle Einrichtung ergiebt sich aus Fig. 5 derselben Tafel. Das Zeug tritt bei a ein und geht unter einer nicht ganz bis zum Boden reichenden Zwischenwand hinweg in die zweite Abtheilung des Apparates. Hier befindet sich eine Art Gitterwerk b, gebildet aus Bronceschienen, welche quer durch den Behälter laufen und gegen das in der Richtung des Pfeils darüber hinweglaufende Papierzeug geneigt sind. Indem letzteres langsam den Apparat passirt, setzen sich Sand und andere schwere Theile zwischen den Schienen ab, das Papierzeug aber läuft über dieselben hinweg, geht unter einer zweiten Zwischenwand hindurch nach der dritten Abtheilung c des Apparates und fliesst über d auf die Papiermaschine oder noch vorher auf einen Knotenfänger. Der letztere hat den Zweck, das Papierzeug von Knoten, Nähten, Säumen und Fäden, die im Holländer nicht vollkommen zerfasert wurden, zu befreien, weil durch dieselben fehlerhafte unebene Stellen im Papier entstehen würden.

Der älteste Knotenfänger besteht aus einem Cylinder aus Drahtgewebe, dessen Mantel aus Messingdrahtnetz gebildet ist. Letzteres ist von einer solchen Maschenweite, dass es die Zeugfasern bequem durchlässt, während die Knoten etc. davon zurückgehalten werden. Der Cylinder ist unten mittelst massiven Bodens verschlossen und steht in der Bütte. Das Papierzeug wird mittelst einer mit der Maschine in Verbindung stehenden, den Zufluss regulirenden Druckpumpe in diesen Drahtnetzcylinder gepumpt und in demselben vermittelst eines Rührwerks so herumbewegt, dass die Papierfasern durch die Maschen dringen und in die Bütte gelangen; die Knoten etc. bleiben in dem

Cylinder zurück. Zum Reinigen des Knotenfängers ist an dessen Boden ein Ventil angebracht, durch welches die in demselben zurückgebliebenen Theile mittelst Wasser hinausgespült werden können.

Ein anderer Knotenfänger besteht in einer breiten mit aufgebogenem Rand versehenen Messingplatte E (Taf. XLI, Fig. 2) welche mit einer grossen Zahl von Querspalten versehen ist und die vermittelst eines seitlich angebrachten Sperrrades in rüttelnde Bewegung versetzt werden kann. Das Papierzeug fliesst aus dem Sandfang D auf diese Platte, durch die Spalten derselben hindurch auf einen massiven Boden und gelangt von diesem aus durch zwei seitliche Ablaufrinnen auf zwei weitere Knotenfänger F derselben Construction, von den letzteren auf die Papiermaschine, während die Knoten auf den Messingplatten zurückbleiben, von welchen sie von Zeit zu Zeit mittelst Wasser abgespült werden müssen. Regelmässiger und vollkommener arbeitet der Knotenfänger von Ibotson (epurateur Ibotson), welcher Fig. 132 abgebildet ist. Derselbe besteht aus der Platte b b, deren Spalten, je nach

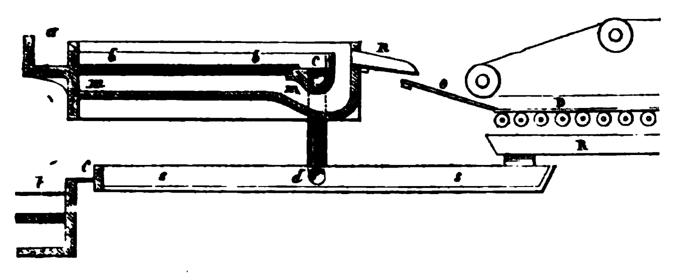


Fig. 132.

der Feinheit des zu fabricirenden Papiers, eine Weite von 0,1—0,3 Millimeter haben. Die Zuführung des Zeugs geschieht von dem Kanal a aus über die zwischen a und b befindliche Zwischenwand, es läuft über die durchschlitzte Platte b b hinweg, durch welche ein Theil des Wassers mit den feinen Fasern hindurchfällt und nach dem darunter befindlichen Raum m m gelangt. Von hier läuft das durchgesiebte Zeug über den Ansatz n auf die Papiermaschine D. Die Knoten und ein Theil nicht hindurchgegangenen Zeugs gelangen durch das weite, oben mit 13 Schlitzen versehene Rohr c d in den flachen Behälter s s und von da auf eine zweite durchschlitzte Platte t, auf der der Rest der Fasern von den Knoten etc. geschieden wird. Mittelst dieses Apparates können in 24 Stunden 24000 Kilogramm Papierzeug (auf Trockensubstanz berechnet) von Knoten befreit werden.

Statt nur eine, zwei oder drei durchschlitzte Platten zum Zurückhalten der Knoten anzuwenden, können zur Vermehrung des durch-

laufenden Quantums Papierzeug auch vier, fünf und sechs Platten miteinander in Verbindung gebracht werden, auch kann man das Zeug statt von oben nach unten, umgekehrt von unten nach oben durch das Sieb treten lassen. Häufig finden sich beide Methoden combinirt: man lässt das Zeug zuerst durch mehrere Platten von oben nach unten schliesslich noch durch eine Platte von unten nach oben hindurchtreten.

Wie schon weiter oben erwähnt wurde, ist die Stärke des entstehenden Papierblattes abhängig von der Verdünnung des Papierbrei's. Der Wasserzufluss in die Bütte wird so regulirt, dass auf 1 Theil trocknes Zeug, 120, 150, 200 bis 220 Theile Wasser kommen. Ausserdem hängt jedoch die Dicke des Papiers auch ab von dem Gang des Regulators resp., da der Regulator meist von der Maschine in Bewegung gesetzt wird, von der Schnelligkeit mit welcher die Maschine arbeitet. Geht die Maschine rasch und wird wenig Zeug aus dem Regulator entlassen, so entsteht dünnes Papier, dickes dagegen entsteht bei langsamem Gang der Maschine unter gleichzeitig starkem Zeugzufluss. Je nachdem man desshalb mit mehr oder weniger verdünntem Zeug arbeitet, lässt man die Maschine schneller oder langsamer gehen. Arbeitet man z. B. mit der oben angegebenen Verdünnung von 1 Thl. Zeug auf 220 Thle. Wasser, so lässt man das Papierblatt etwa 6½ Meter in der Minute, bei einer Verdünnung von 1 Thl. Zeug auf 120 Thle. Wasser dagegen 13 Meter in der Minute zurücklegen.

Die Einrichtung einer Papiermaschine älterer Construction ist aus Fig. 2, Taf. XL. zu ersehen. Dieselbe hat den Zweck einmal dem Zeug durch Sieben die Hauptmasse des Wassers zu entziehen, dann die Zeugfasern zu einem Papierblatt zu verfilzen, sowie das letztere zu trocknen. Das Papierzeug fliesst aus den Bütten a und a′, nachdem es von Sand und Knoten befreit ist, auf die eigentliche Papiermaschine und zwar zunächst auf ein Metalldrahtnetz ohne Ende a″ a″, welches sich um eine Anzahl von Walzen, wie aus der Zeichnung ersichtlich ist, herumbewegt. Da wo das Papierzeug auf dieses Drahtnetz tritt hat es einen vollkommen horizontalen Lauf und wird in dieser horizontalen Lage durch eine Reihe von kleinen Walzen erhalten. Zu gleicher Zeit erhält es an dieser Stelle, um das Ablaufen des Wassers und die Verfilzung* der Fasern zu beschleunigen, vermittelst einer eigenen Vorrichtung eine seitlich rüttelnde Bewegung. Indem das Papierzeug sich mit dem rüttelnden Metalldrahtnetz vorwärts bewegt, filtrirt die Hauptmasse des Wassers durch die Maschen

* Die Verfilzung der Papierfasern aus leinenen Zeugen wird durch einen geringen Zusatz von Baumwollzeug befördert. Man kann von letzterem 10 bis 12 p. C. zusetzen, ohne die Festigkeit des Papiers zu beeinträchtigen.

des Netzes hindurch, die Fasern bleiben darauf zurück und lagern sich mehr und mehr zu einem Papierblatt zusammen. Das durch das Drahtnetz getropfte Wasser sammelt sich in dem Behälter c an, aus welchem es vermittelst eines Schöpfrades (dessen Einrichtung ist aus Fig. 3 und 4 ersichtlich) wieder in die Bütte a zurückgehoben wird. Es dient hier zum Verdünnen neuer Quantitäten Papierzeug, das aus dem Holländer kommt. Um dem Papier eine weitere Portion Wasser zu entziehen, wird es auf dem Drahtnetz über den oben offenen Kasten d d hinweggeleitet. Hier kommt ein Aspirator zur Wirkung, welcher mit dem Kasten d d in Verbindung steht und der aus dem noch nassen Papierblatt, indem dieses über den Kasten hinwegläuft und denselben verschliesst, Wasser aussaugt. Der Aspirator besteht aus den drei Glocken e, e, e, Fig. 5, welche sich abwechselnd in ihren mit Wasser gefüllten cylindrischen Behältern heben und senken. Beim jedesmaligen Heben einer

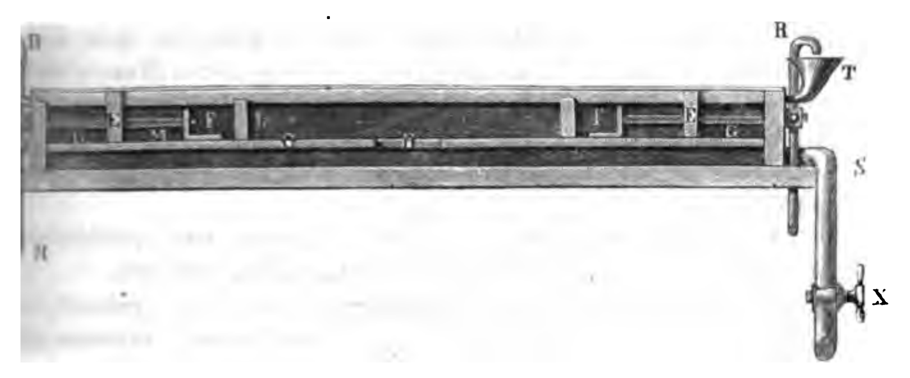


Fig. 133.

Glocke schliesst sich ein oben angebrachtes Klappenventil, es entsteht in der Glocke ein luftverdünnter Raum und die Aspiration findet durch das in der Mitte sich erhebende mit dem Kasten d d communicirende Rohr statt. Sobald die Glocke in der höchsten Stellung angelangt ist, fängt sie wieder an sich zu senken, das Ventil öffnet sich, so dass die eingesaugte Luft wieder austreten kann. Während des Niedergangs der Glocke schliesst sich ein in dem Saugrohr angebrachtes Ventil, um das Eindringen von Luft in den Aspirator zu verhindern.

Statt dieses Glockenaspirators kommt neuerdings sehr häufig der **Saugapparat** von Kaufmann zur Anwendung. Er besteht ebenfalls aus einem zweitheiligen hölzernen Kasten, der Fig. 133 in verticalem Durchschnitt abgebildet ist und über welchen das Drahtnetz ohne Ende mit der Papiermasse hinwegzieht. Die Breite des Drahtnetzes entspricht jedoch

nicht ganz der Länge dieses Kastens vielmehr laufen die Seiten des Drahttuches auf den Zwischenwänden E E und lassen auf beiden Seiten die Räume G G frei. In letztere lässt man aus den Röhren R R durch die Trichter T T einen continuirlichen Wasserstrahl laufen, so dass die Kästen G G fortwährend überlaufen. Dadurch wird ein luftdichter Wasserverschluss zwischen Drahtnetztuch und den Querstücken E E bewirkt, was wesentlich ist, weil sonst Luft in den Aspirationskasten dringen würde. Durch den ganzen Kasten läuft ein zweiter Boden O, in dessen Mitte ein rundes Loch H die Communication zwischen dem oberen und unteren Raum des Saugkastens vermittelt. Aus dem unteren Raum führt das Rohr S in senkrechter Richtung nach einem 1½ Meter tiefer stehenden Gefäss mit Wasser, in welch letzteres das Röhrenende eintaucht. Durch Hahn X kann dieses Rohr geöffnet oder geschlossen werden. Soll dieser Aspirator in Gang gesetzt werden, so füllt man den unteren Raum bis über den Boden O mit Wasser an, lässt das Drahtnetz mit der Papiermasse über den Kasten hinweglaufen und öffnet den Hahn X. Alsbald fliesst das Wasser durch das Rohr S bis zu einem gewissen Grad ab und erzeugt in dem oberen Kasten einen luftverdünnten Raum, durch welchen ein Anpressen und Aussaugen der darüber hinweglaufenden Papiermasse bewirkt wird. Zur vollkommeneren Dichtung sind die oberen Ränder der Kastenwandungen mit Leder gepolstert.

Statt der beschriebenen Aspiratoren können auch gewöhnliche Wasserluftpumpen oder Ventilatoren zur Anwendung kommen.

Nachdem das Papier den Saugapparat passirt hat, gelangt es, immer noch in sehr nassem und wenig festem Zustand, zwischen die beiden mit Filz überzogenen Cylinder e′ e′, zwischen welchen es zusammengepresst wird. Die Filzüberzüge dieser Cylinder werden durch einen schwachen Wasserstrahl f nass erhalten, der Ueberschuss des Wassers mittelst der fest angedrückten Holzschienen f g ausgepresst. Von diesen beiden Cylindern gelangt das Papierblatt (es ist auf der Zeichnung durch punktirte Linien angezeigt) auf ein Filztuch ohne Ende und wird auf diesem durch ein Walzenpaar h h, bestehend aus zwei sehr glatten hohlen eisernen Cylindern, die stark gegeneinander gepresst werden, hindurchgeleitet. Nachdem das Papierblatt diese Cylinder passirt hat, löst es sich von dem Filztuch ab und gelangt auf ein zweites trockenes Filztuch, mit welchem es wieder durch ein Walzenpaar h′ h′ hindurchgeht. Diesmal kommt jedoch die Seite des Papiers gegen das Filztuch zu liegen, die beim vorhergehenden Pressen frei gelegen hatte. Auch hier verlässt das Papier nach Passiren der Cylinder das Filztuch, um dann auf die warmen Trockenapparate geleitet zu werden. Die

letzteren bestehen in den drei hohlen eisernen Cylindern i, i, i, in welche zu ihrer Erhitzung durch hohle Achsen Dampf geleitet wird. Aus Fig. 6 und 7 ist zu ersehen, auf welche Art und Weise das Dampfzuströmungsrohr a in die Achse des Trockencylinders eingefügt ist. Das Zwischenstück ist eingefettet. Die Zuleitung des Dampfes geschieht durch Oeffnen des Hahns b. Fig. 8 zeigt die Schraube, welche zum Reguliren der Höhe der Cylinder dient. Der Papierstreifen wird vermittelst eines weiteren Filztuches ohne Ende gegen die zwei ersten heissen Trockencylinder angedrückt, ein eigenes feineres Filztuch läuft über dem Papierblatt auch über die dritte heisse Trockenwalze von etwas grösseren Dimensionen. Ausserdem befinden sich über der zweiten und unter der dritten Trockenwalze je eine glatte eiserne Presswalze, durch welche eine letzte Pressung und Glättung des Papiers erfolgt. Auf manchen neueren Maschinen passirt das Papier nun noch

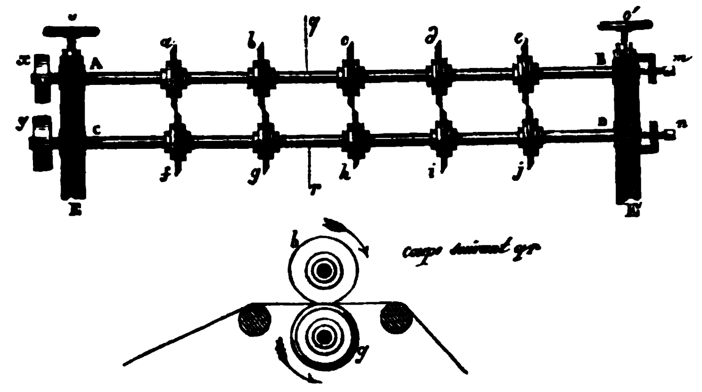


Fig. 134 u. 135.

zwei Paar gut polirte eiserne Presswalzen, zwischen welchen es geglättet und satinirt wird. (Dieselben sind auf der Zeichnung weggelassen). Andernfalls läuft der Papierstreifen von der letzten heissen Trockenwalze, wie aus Fig. 2 ersichtlich, gleich auf einen Haspel j j, um hier aufgewickelt zu werden. Sobald sich um diesen ersten Haspel ein hinreichendes Quantum Papier aufgewickelt hat, giebt man dem Hebel l l eine Drehung um die Achse k von 180°, so dass der zweite Haspel j′ j′ in die Lage kommt, in welcher sich vorher der Haspel j j befunden hatte.

Das Zerschneiden des aufgewickelten Papiers geschieht entweder mittelst Handarbeit oder einer eigenen Maschine. Da ersteres eine umständliche Arbeit ist, die bedeutende Verluste bedingt, sind neuerdings an den Papiermaschinen fast ausnahmslos eigene Schneidemaschinen angebracht. Eine solche ist Fig. 134 und 135 abgebildet. Sie ist entweder

zwischen zwei heissen Trockenwalzen oder unmittelbar vor dem Haspel angebracht und besteht aus zwei sich gegenüberstehenden Achsen A B und C D, die etwas länger sind, als der Papierstreifen breit ist und die parallel den Walzen der Trockencylinder stehen. An den Achsen sind in einiger Entfernung von einander Kreismesser in Form von scharf geschliffenen Stahlscheiben a b c d e f g h i j so angebracht, dass sich je zwei gegenüberstehende Scheiben mit ihrer flachen Seite gerade noch berühren. Die Art und Weise der Drehung dieser Achsen resp. Scheiben, sowie das Hindurchgehen des Papierstreifens ist aus Fig. 133 zu ersehen und es folgt hieraus, dass das Papierblatt in ebenso breite Streifen geschnitten wird, als der Entfernung der Scheiben von einander entspricht. Es ist dann weiter nichts mehr nöthig, als die auf den Haspel aufgewickelten Papierstreifen durch Querschnitte auf einem mit Rinnen versehenen Tisch in einzelne Bogen zu zerschneiden.

Das Zerschneiden der einzelnen Streifen geschieht am Besten in der Weise, dass man die Streifen von 5 oder 6 Haspeln zu gleicher Zeit abwickelt und die entsprechenden Streifen der verschiedenen Haspel übereinander legt, so dass also immer 5 oder 6 Streifen übereinander zu liegen kommen. Sie werden in dieser Lage auf eine Trommel aufgewickelt. Beim Abwickeln von dieser letzteren bewirkt eine Art Hackmesser, welches quer zu den Streifen steht, ein Zerschneiden der letzteren in einzelne Bogen. Beim jedesmaligen Niedergang des Messers stehen die Streifen einen Augenblick still.

Nach dem Zerschneiden werden die Papierbogen sortirt. Dabei werden die einzelnen Bogen auseinander genommen, von anhängenden Theilen, Schnitzeln etc. befreit, dic fehlerhaften werden ausgeschossen. Falls das Papier von den Trockencylindern aus direct auf die Haspel gewickelt wurde, muss es (wenigstens die feineren Sorten) noch satinirt werden. Zu diesem Zweck werden die einzelnen Bogen zwischen sehr glatt polirte Zink- oder Messingplatten, oder sehr glatte Pappstücke gelegt und eine grössere Zahl derartig verpackter Bogen zwischen einem Walzenpaar mehrmals durchgehen gelassen. Statt mittelst Walzen kann die Pressung auch mittelst hydraulischer Pressen ausgeführt werden, auf welche man jedesmal einen ganzen Stoss Papierbogen bringen kann.

Eine andere Satinirvorrichtung besteht in einem grossen glatt polirten eisernen Cylinder von 1 Meter Durchmesser, um welchen herum vier bis fünf kleinere Walzen, von nur 20 Centimeter Durchmesser, so angebracht sind, dass ihre Achsen parallel der Achse des grossen Cylinders stehen. Indem man einen ganzen Pack von 50 zwischen

Zinkplatten liegenden Papierbogen nacheinander zwischen dem grossen Cylinder und den einzelnen kleinen Cylindern hindurchgehen lässt, ist das Papier nach zwei Touren vollkommen satinirt. Jeder Bogen hat dann eine 8 bis 10malige Pressung erfahren.

Schliesslich wird das Papier noch zusammengefaltet, gezählt, auf Riese zusammengelegt und noch einmal beschnitten.

Für den Fall, dass das Papier nicht schon in der Bütte geleimt wurde, muss die Leimung vorgenommen werden, nachdem es in Bogen zerschnitten ist. Die Ausführung geschieht ganz in derselben Weise, wie dies weiter oben (S. 625) bei der Leimung des Handpapiers beschrieben ist. Da die Leimung, wenn erst das fertige Papier geleimt wird, eine vollkommenere ist, indem eine stärker geleimte Oberfläche entsteht, wird auch jetzt noch hie und da aus freier Hand geleimt, oder auch man leimt das Zeug nur theilweise und lässt, nachdem das Papier fertig ist, eine Nachleimung eintreten.

Es giebt auch Vorrichtungen, sogenannte Leimmaschinen, welche in die Papiermaschine eingeschaltet werden und mittelst welcher der ganze von den Trockencylindern kommende Papierstreifen auf einmal geleimt wird. Ein solcher Apparat ist in Folgendem mit einer Papiermaschine neuerer Construction beschrieben.

Taf. XLI, Fig. 1 und 2 ist eine Papiermaschine im Aufriss und Grundriss abgebildet, auf welcher zu gleicher Zeit auch die Leimung des Papiers ausgeführt werden kann. Den Leimapparat selbst zeigt Fig. 5, Taf. XXIII.; a, e ist ein Holztrog, der innen mit Kupferblech ausgeschlagen ist und in welchem sich der Papierleim (siehe S. 626) befindet. Ein Dampfrohr i, welches über dem Boden des Troges mündet, dient zur Erwärmung des Leims, damit er durch Erkaltung nicht zu dick und gelatinös wird. C ist eine 29 Centimeter dicke Walze aus Holz (Acajon-Holz), welche dazu dient den Papierstreifen c d e g vermittelst der an den beiden Achsenenden befestigten Zahnstangen b beliebig mit unterzutauchen. Der Papierstreifen, welcher in der Richtung des Pfeils, also von c nach h durch den Leimtrog hindurchgeht, kommt, nachdem er die Leimlösung passirt hat, bei f zwischen zwei kupferne Walzen, wobei der überschüssig anhaftende Leim wieder abgestreift wird. Durch Verschieben des an dem Hebel m hängenden Gewichts kann die obere Walze, deren Zapfenlager mit dem kürzeren Ende dieses Hebels in Verbindung stehen, der unteren beliebig genähert werden. Durch zwei die Walzen streifende Schienen, die durch die mit Scharnieren versehenen Arme j und j' festgehalten sind, wird der haften gebliebene Leim von den Walzen abgestreift. A und A' Taf XLI, Fig. 1 und 2 sind die beiden Zeugbütten, deren Rührwerke vermittelst

eines unter den Bütten hinlaufenden gemeinschaftlichen Getriebes in Bewegung gesetzt werden. Aus diesen beiden Bütten läuft das Papierzeug zunächst durch den gemeinsamen Regulator B (siehe S. 631) in die Trommel C (S. 632), von da über den Sandfang D (S. 632) und den Knotenfänger E F (S. 633) auf die eigentliche Maschine. Hier tritt die flüssige Masse zunächst auf das Metalldrahttuch ohne Ende G, woselbst die Hauptmasse des Wassers abtropft und der Papierbogen sich bildet. Die Breite dieses letzteren wird vermittelst zweier nahe auf dem Rand des Metalldrahttuches aufliegende Schienen aus Kupfer bestimmt, die vermittelst zweier Zahnstangen und einer für diese gemeinschaftlichen Kurbel einander beliebig genähert oder von einander entfernt werden können. Statt dieser Einrichtung lässt man neuerdings auch je einen Lederriemen ohne Ende auf dem Metalldrahtnetz nahe den beiden Rändern desselben hinlaufen. Der Riemen läuft über Rollen mit derselben Geschwindigkeit wie das Drahtnetz ohne Ende und wird durch jene derartig auf das Drahtnetz aufgedrückt, dass keine Fasern seitlich entweichen können. H und J sind die Saugkästen, die mit einem Aspirator oder einer Luftpumpe in Verbindung stehen. Von dem Metalldrahtnetz aus passirt das Papier auf Filztuch die messingenen oder eisernen Presswalzenpaare J, K, L, M, die durch ein eventuel bei M' stehendes fünftes Walzenpaar vermehrt werden können. Der nun fester gewordene Papierstreifen verlässt das Filztuch, passirt darauf die fünf mittelst Dampf erhitzten hohlen Trockencylinder N, O, P, Q, R, geht durch die beiden Presswalzen S S' hindurch, kommt in den Leimapparat T (siehe S. 639) und von da auf den Trockenapparat. Die ungefähre Einrichtung des ganzen Getriebes dieser Papiermaschine ist aus Fig. 2 zu ersehen.

Taf. XLII, Figur 1 und 2 ist ein Trockenapparat für in der Maschine geleimtes Papier zugleich mit der Maschine von Anfang bis zu Ende abgebildet. a Zeugbütte, b Sandfang, c und d Knotenfänger, e f Metalldrahttuch ohne Ende, g h i j Presswalzen, k l Trockencylinder, m Leimapparat. Der Papierstreif tritt aus dem Leimapparat über einige Rollen hinweg in den Trockenapparat p p', der aus 49 durchbrochenen Lattentrommeln gebildet ist, und circulirt um diese letzteren herum, ehe er auf die Schneidemaschine gelangt. Aus Fig. 5 und 6 ist die Einrichtung der Trockentrommeln zu ersehen. An jeder derselben befindet sich ein Zahnrad, mittelst welcher sie in Bewegung gesetzt werden. Zu diesem Zweck greifen in der oberen und unteren Reihe der Trommeln (Fig. 3) je ein, in der mittleren Trommelreihe je zwei Triebräder in dieses Zahnrad ein. Die Bewegungsrichtung ist durch die Pfeile angedeutet. Aus Fig. 4 und 5 sind

die vier Seile zu ersehen und die Anordnung, in welcher sie um die Trockentrommeln circuliren, um dabei den Papierstreifen zu führen, zu halten und anzupressen von seinem Eintritt bei P bis zu seinem Austritt bei P'. Die Linien der Fig. 3 dagegen verdeutlichen den Lauf des Papierstreifs um die Trommeln a b c d e f g h i .... herum; Q Q' (Fig. 1, 2 und 3) sind die Trockenröhren, welche die Luft unter den Trockentrommeln vermittelst hindurchgeleiteten Dampfes erhitzen. Fig. 7 zeigt einen Flügelventilator, dessen Drehung vermittelst Treibriemens von dem Triebrad R (Fig. 4) aus bewirkt wird; in jeder der 31 letzten Trockentrommeln ist je ein solcher angebracht und werden die mit 1, 2, 3, 4, 5, 6 ... bezeichneten durch den ersten, die mit 1', 2', 3', 4', 5', 6' ... bezeichneten durch einen zweiten Treibriemen in Bewegung gesetzt.

Der auf die beschriebene Weise sehr allmälig getrocknete Papierstreif verlässt bei x (Fig. 3 und 4) den Trockenapparat und gelangt in die Schneidemaschine R, deren Details aus Fig. 3 und 4, Taf. XXIII. zu ersehen sind. Die Linie b a a' a'' c d e bezeichnet auf Fig. 3 den Lauf des Papierstreifens, welcher dabei die drei bei a a' a'' (Fig. 3 und 4) angebrachten Kreismesser passirt, um an den Rändern beschnitten und in der Mitte der Länge nach durch einen Schnitt in zwei gleich breite Streifen zerlegt zu werden.

Die beiden Streifen gehen dann über die Filzwalze j in senkrechter Richtung d e abwärts zwischen ein scheerenartig wirkendes Schneidezeug und werden hier je nach der beliebten Länge oder Breite des Bogens ihrer ganzen Breite nach durch einen einzigen Schnitt durchschnitten. Der Lauf des Papierbogens auf dieser Maschine, sowie die Geschwindigkeit der Bewegung werden durch den auf Fig. 3 angedeuteten Treibriemen regulirt, der auf den beiden conischen Trommeln f.g (Fig. 4) beliebig verstellt werden kann.

F a s e r - S a m m l e r. Seitdem die Lumpen im Preise so sehr hoch gestiegen sind, hat man in vielen Fabriken, insbesondere in England, Vorrichtungen eingeführt, durch welche die mit den Schmutzwässern etc. fortgeführten Zeugfasern wieder gesammelt werden.

Die Wässer aus den Lumpen-Waschholländern leitet man über einen Rahmen, welcher mit feinem Drahtnetz bespannt und in einem Winkel von 45° auf Holzstäben aufgestellt ist. Das Wasser fliesst dabei durch die Maschen nach unten ab, während die Fasern auf dem Drahtnetz sitzen bleiben und von Zeit zu Zeit in einen am unteren Ende des Rahmens befindlichen Behälter gebürstet werden. Sollten die Maschen sich verstopfen, so taucht man den ganzen Rahmen in frisches Wasser und ersetzt ihn während dieser Zeit durch einen anderen.

Aus den Waschholländern, in welchen die Lumpen nach dem Laugen vermittelst Trommeln mit Holzschienen ausgewaschen werden, kommen Wässer, welche man am Besten in einen Trog leitet, in welchem sich ein nach Art der Waschtrommeln eingerichteter Drahtsiebcylinder bewegt, durch dessen Maschen und Achse das Wasser hindurchgeht, während die Fasern auf der Oberfläche der Trommel zurückbleiben, von wo sie vermittelst einer schwach angedrückten Holzrolle abgenommen werden.

Die Wässer mit den feinsten Fasern filtrirt man zur Gewinnung der letzten Fäserchen durch einen Sack aus Baumwollgewebe, besser aus Leinwand hindurch. Die zurückgehaltenen Fasern können, nachdem sie durch eine leichte Pressung vereinigt sind, leicht herausgenommen werden.

Die Wässer, welche von den Zeugpressen oder aus den Kasten kommen, aus welchen die Flüssigkeit der mit Chlor gebleichten Masse abtropft, werden über eine möglichst lange, aus feinem Drahtgewebe gebildete, schwach geneigte Fäche hinweggeleitet, auf welcher die Fasern zurückbleiben.

Häufig werden sämmtliche von den Apparaten und Maschinen einer Papierfabrik kommenden Wasser in grosse Bassins gebracht. Hier setzt sich eine schmutzige Masse ab, welche als Düngemittel benützt werden kann. Man verhindert bei diesem Verfahren den schädlichen Einfluss der Abflusswässer der Papierfabriken auf das Wasser der Bäche, Kanäle etc., in welche sich erstere ergiessen.

5. Gefärbtes Papier und Buntpapier.

Die gefärbten Papiere werden in der Weise hergestellt, dass man den Farbstoff oder die Farbenmischung dem Papierzeug in dem Holländer zusetzt.

Gelb wird erzeugt durch Zusatz von Zinnoxyd, Eisenvitriol, Abkochungen von Campeche- und Fernambukholz, von Umbra, vor Allem aber wird chromsaures Blei verwendet. Payen empfiehlt auf 50 Kilogramm trocknen Papierstoffs 2½ Kilogramm basisch essigsaures Blei und 450 Gramm doppeltchromsaures Kali.

Blau — für gewöhnlichere Papiere nimmt man Berlinerblau, für feinere Ultramarin. Indigo wird nur wenig verwendet, Abkochungen von Campecheholz mit etwas Eisenvitriol und gelbem Blutlaugensalz für ganz dunkelblaue Papiere, Payen schreibt für 50 Kilogr. Papierstoff 2½ Kilogr. Eisenvitriol und 1½ Kilogr. gelbes Blutlaugensalz vor. Da die Papiere an und für sich meist schon einen gelblichen Ton zeigen, welcher mit Blau einen Stich in's Grüne bewirkt, setzt man, um dies zu verhindern, etwas Roth zu.

Grün wird fast nur durch Mischen von Gelb und Blau hergestellt, weil die einzige billige grüne Farbe ihrer Giftigkeit wegen nicht verwendet werden soll. Man nimmt deshalb chromsaures Blei mit Berlinerblau oder Ultramarin. Nach PAYEN auf 50 Kilogr. Papierzeug 1 Kilogr. 50 Gramm seines Gelb und 3 Kilogr. seines Blau.

Roth wird meist mit Fernambukholz gefärbt, häufig unter Zusatz von Alaun, schwefelsaurer Thonerde, Zinnchlorür etc. Schöneres Roth liefert Saflor oder Carmin, doch sind diese letzteren beiden Farben zu theuer.

Violett wird durch Mischung von Blau und Roth oder vermittelst Blauholzextract hergestellt.

Rosa: auf 50 Kilogr. trockenen Papierstoffs 6 Kilogr. Limaholzextract.

Braun liefert der Ocker, die Umbra oder Mischungen von Chromgelb und Eisenvitriol mit Fernambukholz, Berlinerblau etc.

Chamois erhält man nach PAYEN durch Anwendung von 3 Kilogr. Doppelvitriol und 3 Kilogr. Chlorkalk auf 50 Kilogr. Papierzeug.

Grau und **Schwarz** wird erzeugt vermittelst Eisenvitriol und Galläpfelextract, sowie durch Vermischen verschiedener Farbstoffe in bestimmten Verhältnissen: Campocheholz - Abkochungen mit salpetersaurem Eisenoxyd, ferner Orlean, Umbra, Berlinerblau, Kienruss etc.

Zur Herstellung von gewöhnlichen Packpapieren werden theilweise schon die gefärbten Lumpen aussortirt und ohne Bleichung auf Papier verarbeitet. Auf diese Weise z. B. wird manchmal blaues Papier aus blauen, braunes Papier aus braunen Lumpen etc. hergestellt. Die nach dieser Methode hergestellten Papiere nennt man **naturfarbige** oder **Naturpapiere**. Man stellt sie seltener her, weil die Farben niemals sehr schön werden.

Das **Buntpapier** unterscheidet sich von dem oben besprochenen gefärbten Papier dadurch, dass es nicht in der ganzen Masse, sondern nur auf der Oberfläche, — entweder nur auf einer, oder auch auf beiden Seiten — gefärbt ist. Man bedient sich dazu meist unlöslicher Farbestoffe, wie Ultramarin, Berlinerblau, Chromgelb, Ocker etc., sogenannter **Körperfarben**, weil die gelösten, **Saftfarben** genannt, nicht decken.

Die Farbe wird vermittelst eines Bindemittels auf das Papier aufgetragen. Als solches dient meist gewöhnlicher **Leim**, der in wässiger Lösung allein, oder auch mit Alaunlösung vermischt als sogenannter **Alaunleim** (1 Thl. Alaun, 2 Thle. Leim und 10 Thle. Wasser) zur Anwendung kommt.

Zur Herstellung besonders haltbarer Buntpapiere wird die Farbe

noch einmal mit Leim überstrichen und wird hierzu ebenfalls Leim mit etwas Alaun verwendet.

Es kann statt des gewöhnlichen Leims auch Gummi zur Anwendung kommen, nicht aber Stärkekleister, weil sich mit letzterem die Farben zu leicht verwischen.

Das Auftragen der Farben geschieht entweder aus freier Hand oder vermittelst eigener Maschinen.

Handarbeit. Dabei wird jeder einzelne Bogen auf eine ganz glatte Tafel, das Streichbrett, gelegt und mit Hülfe einer Bürste mit der Farbe bestrichen. Zur Beseitigung der mit der Streichbürste entstandenen Streifen wird mit einer feineren Bürste, der Verschlichtbürste, nachgefahren. Der angestrichene Bogen wird auf Schnüre gehängt und getrocknet.

Bei der Papierfärbemaschine wird der noch nicht in Bogen zerschnittene Papierstreif ohne Ende über eine Färbewalze hinweggeführt, welche die angemachte Farbe aus dem darunter befindlichen Farbentroge aufnimmt. Zunächst über ein Gummituch ohne Ende hinweg, später ohne dieses, wird der gefärbte Papierstreif auf mehrere Verschlichtwalzen geleitet, welche den Zweck haben, die Farbe vollkommen gleichmässig auf dem Papier zu vertheilen. Diese Walzen sind mit Bürsten besetzt und verstreichen die Farbe abwechselnd entweder in der Längs- oder Seitenrichtung, indem sie sich dementsprechend entweder nur um ihre Achse in der Richtung des Papierstreifs oder auch in transversaler Richtung bewegen. Nachdem die Farbe aufgetragen und umschlichtet ist, verlässt der Papierstreif das Gummituch ohne Ende und gelangt auf die Trockenwalze, welche aus einer grossen mit Dampf geheizten Trommel besteht. Von hier wird das Papier durch einen Haspel aufgewickelt.

Zu den Buntpapieren müssen auch gewisse gemusterte Papiere, wie Marmorpapier, Irispapier, Kattunpapier gerechnet werden. Je nach der Art des Musters unterscheidet man hierbei wieder verschiedene Sorten.

Das bunte Marmorpapier oder türkische Papier wird nach folgender Methode bereitet: Man bringt sehr dicken, mit etwas Alaun versetzten Traganthschleim in den Marmorirkasten, ein flacher Kasten, der oben von etwas grösseren Dimensionen als der zu marmorirende Papierbogen ist. Auf diesen Traganthschleim werden die das Marmormuster bildenden fein angeriebenen Farben vermittelst einer Bürste nacheinander aufgespritzt. Sie vertheilen sich in dem Traganthschleim und fliessen mormorartig durcheinander. Auf die in solcher Weise präparirte Marmorirflüssigkeit wird der Papierbogen sorgfältig aufge-

legt, damit er überall die Oberfläche der Flüssigkeit berührt. Schliesslich wird er wieder abgenommen und getrocknet. Das Granitpapier wird dadurch erzeugt, dass man den Papierbogen vermittelst Bürsten nacheinander mit verschiedenen Farben bespritzt. Zur Herstellung von Maserpapier werden auf den mit der Grundfarbe bestrichenen Papierbogen Tropfen von schwarzer Farbe aufgespritzt. Vorher wird der Papierbogen auf der Rückseite befeuchtet und auf einem beweglichen Brett glatt ausgebreitet. Nach dem Aufspritzen bewegt man das Brett so, dass die aufgespritzten Tropfen verlaufen.

Das Irispapier wird in der Weise bereitet, dass man mit einer Bürste, die die Breite des Papierbogens hat, über den letzteren hinwegfährt. Die Bürste hat ebensoviele getrennt stehende Borsten, als Streifen auf dem Papier entstehen sollen und sie wird vorher in einen Farbekasten getaucht, der durch Querwände in Abtheilungen getheilt ist. Die letzteren sind mit verschiedenen Farben gefüllt und muss die Bürste sorgfältig so eingetaucht werden, dass jede Borste in eine Abtheilung taucht. Fährt man dann mit dieser Bürste über den Bogen, so entstehen verschieden gefärbte Parallelstreifen, die mit einer zweiten Bürste noch ineinander verschlichtet werden. Nach einer anderen Methode werden die Streifen vermittelst Schablonen aufgetragen.

Zur Herstellung von Kattunpapier werden die Muster vermittelst Formen, welche die ganze, halbe oder Viertels-Grösse des Papierbogens haben und welche das Muster in erhabener Arbeit enthalten, aufgedruckt. Es wird dabei im Uebrigen ganz ähnlich wie bei der gewöhnlichen Kattundruckerei verfahren.

Gold- und Silberpapier werden durch Auflegen von Blattgold resp. Blattsilber auf den mit einer Grundfarbe versehenen Bogen hergestellt. Die Grundfarben (für Gold Rothgelb, für Silber Weiss) sind mit Gummilösung angerieben und dürfen beim Auflegen des Blattgoldes oder Blattsilbers entweder noch nicht trocken sein, oder sie müssen nach vollkommenem Trocknen mit einem Firniss überstrichen werden, an dem die aufgelegten Blätter haften. Das Auflegen der letzteren muss sehr vorsichtig geschehen, damit weder unbelegte Stellen noch auch Falten etc. entstehen. Nach dem Auflegen werden die neuen Blätter vermittelst Baumwolle angedrückt, der Bogen geglättet und getrocknet. Je nachdem man ächtes oder unächtes Blattgold oder Blattsilber verwendet, erhält man sogenanntes ächtes oder unächtes Gold- oder Silberpapier.

Häufig werden die Papiere, um ihnen eine glänzende Oberfläche zu ertheilen, noch geglättet, satinirt oder mit einem Firniss überzogen. Bei dem Glätten wird auf dem Papierbogen vermittelst eines durch

Feder oder Gewicht aufgedrückten polirten Steins hin und hergefahren. Das Satiniren besteht im Aufstreuen und Aufbürsten von staubförmigem venetianischem Talg, bis die Oberfläche hinreichend glänzend geworden ist. Zur Herstellung eines Firniss wird Gelatine- oder Hausenblasenlösung aufgetragen, dann der Papierbogen getrocknet.

6. Andere Papiersorten.

Saffianpapier wird hergestellt, indem man den Papierstreif zwischen einer Walze von Bronce und einer ebensolchen, mit Papier überzogenen hindurchgehen lässt. Auf der ersteren ist das Muster eingravirt und indem dieselbe den Papierbogen gegen die Papierwalze presst, wird das Muster eingedrückt. Das Papier wird schliesslich mit einem Firniss von Copal oder Mastix versehen. Auf dieselbe Weise werden Chagrinpapier, Damast- gepresstes Stroh- und verschiedene andere gemusterte Papiere hergestellt.

Das gerippte oder Filigranpapier kann gleich auf der Papiermaschine hergestellt werden. Zu diesem Zweck wird über dem Drahttuch ohne Ende zwischen Saugwanne und erster Presse der Papiermaschine eine der Länge nach mit Messingdräthen bespannte Walze, die Dandywalze, angebracht, die sich mit derselben Geschwindigkeit wie der Papierstreif bewegt. Die Entfernung, in welcher die Drähte von einander aufgespannt sind, entspricht der Breite der Rippen, welche auf dem Papier durch den Druck der Walze entstehen.

Die Wasserzeichen können ebenfalls vermittelst einer solchen Walze hergestellt werden; nur ist die letztere für diesen Fall mit Drahttuch überzogen, auf welches die herzustellenden Wasserzeichen (Firmen der Fabrik, Wappen etc.) vermittelst feinen Kupferdrahtes in erhöhter Arbeit aufgenäht sind. Zur Herstellung der Wasserzeichen auf Banknoten, Papiergeld und anderen Werthpapieren, welche von grösster Regelmässigkeit sein müssen, bedient man sich dagegen eines anderen Verfahrens: man näht das Zeichen mit Messingdraht auf die innere Seite des Drahttuchs einer Handpapierform. Beim Schöpfen des Papierbogens lagert sich dann an denjenigen Stellen, an welchen die Zeichen aufgenäht sind, eine dünnere Schicht Papierfaser ab als an den übrigen, das Papier wird dadurch an den betreffenden Stellen dünner und durchscheinender. Der Unterschied der beiden Methoden besteht demnach darin, dass bei der ersteren der an allen Stellen gleich starke Papierstreifen an der mit Zeichen zu versehenden Stelle nur zusammengepresst wird, während man bei der letzteren das durchscheinende Wasserzeichen durch eine dünnere Lage von Papierfasern hervorbringt.

Das Filtrirpapier muss aus sehr sorgfältig gereinigten textilen

Fasern bereitet werden, die insbesondere auch ein Papier von solcher Festigkeit liefern, dass es in Form der Filter den Druck der zu filtrirenden Flüssigkeit aushalten kann ohne zu reissen. Man verwendet zu diesem Zweck sehr gut gewaschene und gelaugte Leinwandlumpen, die man zunächst einer sorgfältigen Zerfaserung und einer nicht zu heftigen Behandlung mit Chlorgas oder besser mit Chlorkalk unterwirft. Das erhaltene Papierzeug wird dann vermittelst verdünnter Salzsäure vollständig von dem anhaftenden Kalk befreit, einem sehr energischen Waschprozess mit möglichst reinem Wasser unterzogen, in Papierform — gewöhnlich mittelst Handarbeit — gebracht und getrocknet.

Ein graues Filtrirpapier von schwammigerer Beschaffenheit und rascher filtrirend als das oben beschriebene erhält man bei Anwendung eines Gemisches von Baumwoll- und Leinwandlumpen. Diese letzteren werden, um die Fasern zu schonen, nicht besonders gelaugt und gebleicht, sondern gleich nach der Zerfaserung im Holländer auf Papierform gebracht. Trotz sorgfältigsten Auswaschens erhält man aus diesem Zeug Filtrirpapier, welches den durchfiltrirten Flüssigkeiten häufig einen merklichen Geruch ertheilt.

Berzelius'sches (schwedisches) Filtrirpapier. Dieses Papier zeichnet sich durch grösste Reinheit aus und wird für besonders feine Analysen in chemischen Laboratorien verwendet. Als Rohmaterial verwendet man frisches Leinenzeug, dass zunächst nach der alten Methode der Wiesenbleiche unter Begiessen mit Wasser gebleicht wird. Das feuchte Zeug wird in Behälter gebracht, in welchen es eine Art Gährung erleidet. Durch diese werden eine Reihe von pectinösen und glutinösen Substanzen in lösliche Form übergeführt; dabei muss aber der Prozess, weil er leicht zu weit geht und selbst die Cellulose angreift, sorgfältig überwacht werden. Das derartig präparirte Zeug wird mit starker Lauge ausgelaugt, im Holländer zerfasert, mit Salzsäure (1 Salzsäure zu 10 Wasser) ausgewaschen und schliesslich so lange mit reinem Wasser behandelt, bis die letzte Spur Säure daraus verschwunden ist. Schliesslich wird dasselbe vermittelst Handarbeit in Papierform gebracht und ohne es zu leimen getrocknet. Die meisten Fasern dieses Papiers haben eine Länge von 1 bis 3 Millimetern.

Pergamentpapier, auch vegetabilisches Pergament genannt, erhält man durch Eintauchen ungeleimten Papiers (Filtrirpapier, Fliesspapier) in eine mit nur wenig Wasser verdünnte Schwefelsäure (8 Thle. engl. Schwefelsäure und 1 Thl. Wasser). Je dicker das Papier, desto länger muss man die Schwefelsäure wirken lassen. Gewöhnliche Papiere lässt man nicht über 20 Sekunden in der Schwefelsäure liegen, weil sie sonst eine spröde Beschaffenheit annehmen. Es folgt das

Waschen zuerst mit Wasser, dann mit Ammoniak, zuletzt wieder mit Wasser, um sämmtliche Schwefelsäure herauszunehmen. Man hat zur Fabrikation des Pergamentpapiers auch Maschinen construirt, bei welchen ein endloser Papierstreif zuerst durch Schwefelsäure, dann durch Wasser, Ammoniak, wieder durch Ammoniak, schliesslich über Filzwalzen und glatte, erhitzte Trockencylinder gezogen wird.

7. Cartons, Pappe.

Zur Fabrikation der Pappe verwendet man als Rohmaterialien ordinäre zur Papierbereitung nicht verwendbare Lumpen, Holzstoff, Strohstoff, Kartoffelschalen, Rübenpresslinge, Papierabfälle, Maculatur etc.

Die Lumpen werden auf die gewöhnliche Weise in groben Stoff umgewandelt. Zur Vorbereitung der Kartoffelschalen und Rübenpresslinge werden diese zunächst mit verdünnter Salzsäure bei 48 bis 50° behandelt, mit Wasser wieder gewaschen und mit 1 bis 2 pCt. Ammoniak versetzt. Es bildet sich dadurch pectinsaures Ammoniak, welches der Masse eine klebende Beschaffenheit giebt. Zur Erzeugung der nöthigen Festigkeit vermischt man das Ganze mit 10 pCt. gewöhnlichem Papierstoff aus Lumpen. Altes Papier und Papierabfälle werden mit Wasser eingeweicht, während 15—30 Tagen einer Gährung überlassen und schliesslich unter Mühlsteinen nass gemahlen. Meistens wird dem Stoff, welcher zur Herstellung von Pappe dienen soll, vor dem Formen noch 1/4 seines Gewichtes Thon, Kreide oder ähnliche Substanzen zugesetzt.

Das Formen der gewöhnlichen Pappe geschieht im Allgemeinen auf dieselbe Weise wie bei der Herstellung des Handpapiers, also durch Schöpfen des Stoffbrei's in Formen mit Drahtsiebboden und heisst das nach dieser Methode erhaltene Fabrikat geschöpfte Pappe. Der Rahmen dieser Pappformen muss, um mehr Stoff zur Bildung des dicken Pappbogens aufnehmen zu können, selbstverständlich höher sein, als bei den Handpapierformen. Gautschen und Pressen zwischen Filzen geschieht wie bei der Fabrikation des Handpapiers. Zum Trocknen werden die einzelnen Platten mittelst kleiner Haken an Schnüren aufgehängt oder wohl auch blos auf Rasen ausgelegt.

Zur Herstellung ordinärer Pappe kann auch die Cylindermaschine zur Anwendung kommen. Dieselbe besteht aus einem mit Drahtsieb überzogenen Cylinder, welcher in dem mit Stoffbrei gespeisten Trog sich bewegt. Der Cylinder überzieht sich mit einer Lage des Brei's, welchem vermittelst der gegen ihn pressenden Gautschwalze ein grosser Theil des Wassers entzogen und dadurch eine gewisse

Festigkeit ertheilt wird. Er kann dann von einem Filztuch ohne Ende aufgenommen und zwischen die Presswalzen geleitet werden. Schliesslich folgt noch das Trocknen, Aufwickeln und Zerschneiden in einzelne Bogen.

Ein feineres Fabrikat, die gegautschte Pappe, wird durch Zusammenpressen frisch geschöpfter, noch nasser Papierbogen hergestellt. Es hat diese Pappe gegenüber der geschöpften den Vorzug, dass sie an allen Stellen gleich stark ist; denn es ist beim Schöpfen einer so grossen Masse von Brei, als zur Bildung eines Pappbogens nothwendig ist, nicht möglich, dass sich die Masse in den Formen gleichmässig absetzt. Ausserdem verwendet man für die gegautschte Pappe auch bessere Materialien: grobe leinene Lumpen, Werg, Hanfstricke, Tauabfälle; auch Stroh- oder Holzstoff kann zugesetzt werden.

Zum Formen des Pappbogens werden nach der Methode der Handpapierfabrikation einzelne dünne Bogen geschöpft und diese letzteren in einer Anzahl, welche der Dicke der Pappe entspricht, auf einen Filz direct aufeinandergelegt, gepresst und getrocknet. Nach einer zweiten Methode werden in zwei Formen zwei Bogen hintereinander geschöpft, der zuerst geschöpfte Bogen wird alsdann mit der Form umgestürzt, auf den zweiten Bogen gelegt und an denselben angedrückt. In der leer gewordenen ersten Form wird von Neuem ein Papierbogen geschöpft, dieser wieder auf die zwei schon vereinigten gelegt etc. Diese Operation wiederholt man so oft, bis der Bogen die nöthige Dicke erlangt hat, legt ihn dann zwischen Filzplatten, presst und trocknet.

Die geleimte Pappe wird durch Aufeinanderleimen einzelner fertiger geleimter Papierbogen meist vermittelst Kleister hergestellt. Man erhält auf diese Weise die feinste Pappe, die zur Fabrikation von Spielkarten, Pressspähnen etc. dient.

Presssspähne, Glanzpappe und ähnliche feste Pappen können auch nach der Methode des Gautschens hergestellt werden. Der Stoff muss für diesen Zweck in der Bütte geleimt werden. Das Formen geschieht in der oben für gegautschte Pappe beschriebenen Weise, nur legt man in das Innere einen fertigen Papierbogen aus langfaserigem Stoff, auch wird mehr Sorgfalt auf das nachfolgende Pressen verwendet.

Das Papiermaché wird in der Weise bereitet, dass man Maculatur oder Papierabfälle mit Wasser, Sand, Thon oder Kreide zu einem Brei anrührt, die Hauptmasse des Wassers durch Pressen entfernt, die erhaltene Masse mit Knochenleim oder Kleister leimt und dann in geölte Formen hineindrückt. Die geformten Gegenstände werden getrocknet, mit Leinöl getränkt und erhitzt („gebacken“). Auch durch Uebereinanderleimen einzelner Papierbogen auf Holzformen,

Trocknen und nachheriges Drechseln der Aussenfläche wird eine Art von Papiermaché-Gegenständen hergestellt.

8. Prüfung.

Geleimte Papiere. Man kann das Papier, welches mit thierischem Leim geleimt ist, von den mit Harzleim geleimten unterscheiden; das letztere, welches immer stärkehältig ist, färbt sich intensiv blau, wenn man es mit einer verdünnten Jodlösung oder mit Joddämpfen in Berührung bringt. Man kann auch das Harz daraus ausziehen, wenn man das betreffende Papier zuerst mit einer verdünnten Säure behandelt. Nach dem Trocknen löst Alkohol das durch die Säure frei gemachte Harz auf und lässt es beim Verdampfen als Rückstand.

Die Menge des zur Leimung verwandten thierischen Leims kann man durch eine elementaranalytische Stickstoffbestimmung feststellen: die Menge des Stickstoffs beträgt ca. 1/5 von der des Leims, da letzterer 18½ pCt. Stickstoff enthält. Dabei ist jedoch vorausgesetzt, dass das Papier nur aus vegetabilischen Fasern besteht. Andernfalls kann man in ungeleimten Papieren die Menge der darin enthaltenen Wolle oder Seide ebenfalls vermittelst einer Stickstoffbestimmung erkennen.

Papier, welches mit mineralischen Bestandtheilen vermischt ist, wie Gyps, Schwerspath, schwefelsaures Blei etc., welche den Zweck haben, das Papier, welches nach Gewicht verkauft wird, schwerer zu machen, dabei aber seine Festigkeit vermindern, kann leicht durch eine einfache Einäscherung erkannt werden. Ist dasselbe rein, so hinterlässt es nur etwa ½—¾ pCt. Asche, eine beträchtlichere Menge von Asche deutet, wofern nicht sehr hartes Wasser zur Fabrikation desselben verwendet wurde, auf einen Zusatz.

Es kommt häufig vor, dass Kaufleute für den Detailverkauf zur Beschwerung der Artikel, die darin gewogen werden, gefärbtes Papier bestellen, welches durch Zusatz grosser Quantitäten von Gyps, Thon, Schwerspath oder schwefelsaurem Blei schwer gemacht wird. Das schwefelsaure Blei kann Vergiftungsfälle hervorrufen, wenn man damit versetztes Papier zur Umhüllung von Nahrungsmitteln verwendet. Man kann es jedoch leicht erkennen, wenn man das betreffende Papier mit etwas Schwefelammonium betupft. Bei Gegenwart von schwefelsaurem Blei wird die betupfte Stelle dunkelbraun.

Filtrirpapier. Dasselbe muss zur Analyse auf seine Aschenmenge geprüft werden. Dasjenige, welches die geringste Menge Asche hinterlässt, ist das vorzüglichste.

Blaue Papiere. Man kann das zur Blaufärbung verwandte Material leicht an folgenden Reactionen erkennen: Berlinerblau wird durch Säuren nicht angegriffen, während es durch Alkalien entfärbt wird; das Ultramarin wird durch Säuren entfärbt und es entwickelt sich dabei Schwefelwasserstoff; das Kobaltblau wird weder durch Säuren noch durch Alkalien entfärbt, seine Gegenwart kann man dadurch constatiren, dass man das Papier einäschert und die Asche mit etwas Borax vor dem Löthrohr schmilzt: Kobalt giebt ein blaues Glas. Kupfer erkennt man ebenfalls in der Asche des Papiers, indem man sie mit heisser Salzsäure behandelt und die klar filtrirte Lösung mit Ammoniak übersättigt, wobei bei Gegenwart von Kupfer eine blaue Färbung entsteht.

Knochenkohle.

1. Geschichtliches. 2. Rohmaterial. 3. Verkohlung. 4. Absorbirende Wirkungen. Entfärbungsvermögen etc. 5. Wiederbelebung. 6. Anwendung. 7. Schieferkohle.

1. Geschichtliches.

Die entfärbende Wirkung der Kohle wurde im Jahre 1790 von dem russischen Chemiker Lowitz entdeckt. Schon 1798 machte man von dieser Eigenschaft der Kohle Gebrauch, indem man sie zur Entfärbung des Rübensaftes in der Zuckerfabrikation zur Anwendung brachte. Die Holzkohle, mit welcher man bis dahin ausschliesslich Versuche gemacht hatte, erfüllte ihren Zweck jedoch nur unvollkommen. Erst im Jahre 1811 entdeckte Figuier aus Montpellier, dass die thierische Kohle eine weit entfärbendere Wirkung habe als die Holzkohle und sie wurde in Folge dessen zwei Jahre später von den drei Franzosen Derosne, Payen und Pluvinet in die Zuckerfabrikation statt der Holzkohle eingeführt.

Die Anwendung der Knochenkohle hat seit jener Zeit immer grössere Dimensionen angenommen. Man bedient sich derselben in allen continentalen Zuckerfabriken zur Entfärbung der Säfte und der Syrupe bei Verarbeitung auf Nachproducte, sowie in den Raffinerien. Auch in den Colonien hat man mit der Verwendung von Knochenkohle in den Zuckersiedereien begonnen.

2. Rohmaterial.

Die Knochenkohlenfabriken sind meist in der Nähe von grossen Städten belegen, weil sie von hier aus ihren Bedarf an Knochen am Besten decken können. So liegen in Frankreich eine bedeutende Zahl von Fabriken im Departement der Seine, was leicht begreiflich, wenn man den bedeutenden Fleischconsum von Paris in's Auge fasst.

Fleisch-Consumtion in Paris im Jahre 1865:

Ochsen-, Kuh-, Kalb-, Hammel-, Schaf-, Ziegenfleich	118,659,698 Kil.
Schwein- und Wildschweinfleisch	20,445,036 "
Gesammtverbrauch (incl. Knochen)	139,104,734 Kil.
Gewicht von 15,000 gefallenen Pferden	1,500,000 "
Summa	140,604,734 Kil.

Nimmt man das Gewicht der Knochen zu 20 pCt. von dem Totalgewicht der geschlachteten Thiere an, so entspricht das obige Quantum ca. 28,129,468 Kilogr. Knochen. Von diesen Knochen gehen nun allerdings viele unbenutzt verloren, indem sie in den Kehricht kommen oder verbrannt werden. Diese Verluste werden jedoch mehr als ersetzt durch die Knochen, welche vom Lande aus nach Paris importirt werden, so dass den Fabriken dadurch allein von Paris gegen 30,000,000 Kilogr. Knochen geliefert werden.

Nicht sämmtliche Knochen werden übrigens zur Darstellung von Knochenkohle benutzt. Die grösseren dienen zu Drechslerarbeiten, aus einem grossen Theil der anderen stellt man auch Knochenleim, Knochenasche, Phosphor, Thieröl etc. dar.

Die Knochen enthalten organische Substanzen, sogenanntes leimgebendes Gewebe, und unorganische Substanzen, welche beim Verbrennen als Asche zurückbleiben. Die frischen und unreinen Knochen enthalten überdies noch Wasser, Fett und anhängende Theile. Im Mittel enthalten 100 Thle. Knochen:

Zellgewebe	32.
Fett	9.
Eiweiss etc.	1.
Unorgan. Substanzen	50.
Wasser	8.

Die 50 Thle. unorganischer Substanzen bestehen aus ca. 38 Thln. phosphorsaurem Kalk, 2 Thln. phosphorsaurer Magnesia, 8 Thln. kohlensaurem Kalk und 2 Thln. verschiedenen anderen Salzen, wie Fluorcalium, Chlornatrium, Chlorkalium, schwefelsaure Salze etc. — Uebrigens haben die Knochen von verschiedenen Thieren und von verschiedenen Theilen der Thiere eine quantitativ verschiedene Zusammensetzung. Nach BERZELIUS enthalten 100 Thle. trockner und fettfreier Knochen ca. 1/3 organische Substanz, 2/3 unorganische Salze, die Knochenerde oder Knochenasche. Die entfetteten Knochen anderer Thiere enthalten meist 50—60 pCt. Asche auf 40—50 pCt. leimgebende Substanz.

Leimgebendes Gewebe der Knochen. Die organische Substanz der Knochen bildet ein lockeres zelliges Gewebe, in welches die unorganischen Bestandtheile eingelagert sind. Durch längeres Kochen mit Wasser wird jene organische Substanz in Leim umgewandelt, indem sie sich dabei langsam in Wasses löst. Daher ihr Name.

Auf der angeführten Umwandlung der leimgebenden Substanzen in Leim beruht die Gewinnung des Leims aus Knochen durch fortge-

setztes Kochen, am besten unter stärkerem als gewöhnlichen Atmosphärendruck, also bei einer Temperatur über 100°. In Folge dieses durch längeres Kochen sich bildenden Leimes werden die Knochen zur Bouillon und zur Darstellung von Bouillontafeln verwendet; es bilden sich hier gewöhnlich nur geringe Mengen Leim und es ist daher meistens ökonomischer, etwas Knochenleim zu nehmen, wie er jetzt sehr rein im Handel zu haben ist.

Leichter als durch unmittelbares Kochen lässt sich Leim aus Knochen erhalten, wenn man zuerst die unorganischen Salze mit verdünnten Säuren auszieht, indem man die Knochen längere Zeit bei gewöhnlicher Temperatur in Wasser liegen lässt, welches 20—25 pCt. Salzsäure enthält. Die unorganischen Salze lösen sich auf und das organische Gewebe bleibt als eine durchscheinende weiche Masse zurück, welche man durch Auswaschen mit 2-procentiger verdünnter Salzsäure, 3-tägiges Einweichen in mehrmals erneuertes Kalkwasser, nochmaliges Auswaschen zuerst mit ganz verdünnter Salzsäure, schliesslich mit Wasser vollkommen von den Aschenbestandtheilen reinigt. Das erhaltene Product ist im wasserhaltigen Zustand weich und biegsam, nach dem Trocknen fester, lederartig, es zeigt noch die Form der Knochen und heisst Knochenleimleder. Durch Kochen mit Wasser wird dieses Knochenleimleder leicht gelöst und man erhält so den reinen ganz farblosen durchsichtigen Knochenleim oder die Gelatin. Dünne und unregelmässige oder sehr poröse Knochenstücke, wie die Kopfknochen, eignen sich am besten zu dieser Fabrikation. Man bereitet übrigens das Knochenleimleder nur im Herbst, Winter und Frühjahr, weil bei der Sommerwärme durch die wenn auch verdünnte Säure das organische Gewebe selbst angegriffen würde. Es wird zur Bereitung von Gelatin in einem vermittelst directen Dampfs geheizten Kessel bei 100° mit seinem gleichen Volumen Wasser behandelt. Nach 6—8 Stunden enthält die Abkochung eine hinreichende Quantität Leim, um beim Erkalten zu einer steifen Gallerte zu erstarren. Man bringt sie dann zum Absetzen in einen Behälter und giesst sie von hier aus durch ein Haarsieb in viereckige flache Kasten. Die nach 12 bis 24 Stunden erstarrte Masse wird in Platten zerschnitten, an der Luft getrocknet, zur Herstellung einer glänzenden Oberfläche mit etwas warmem Wasser gewaschen und schliesslich in der Trockenstube vollkommen ausgetrocknet. Der nicht gelöste Rückstand des Knochenleimleders wird ein zweites Mal mit seinem gleichen Volumen Wasser ausgekocht und die dabei resultirende Flüssigkeit an Stelle frischen Wassers zum Lösen neuer Portionen Leim verwendet. Der zuletzt bleibende Rückstand kann nur noch als Dünger verwendet werden.

Knochenfett. Die Knochen enthalten durch das Gewebe ver-
beilt Fett, besonders in dem schwammigen Theil, in den Gelenkköpfen
ler grossen Knochen und in der Mitte der Knochen als Knochen-
nark. Das letztere gewinnt man leicht, indem man diese Knochen
inen Augenblick in kochendes Wasser taucht. Um das Fett der
brigen Knochen zu gewinnen, werden sie noch frisch mit einem Hammer
ur soweit zerschlagen, dass die Höhlung der Knochen so vollständig
ls möglich blossgelegt ist. Diese Arbeit erfordert Geschicklichkeit
nd Aufmerksamkeit des Arbeiters, sie lässt sich daher nicht durch
laschinen, sondern nur von freier Hand ausführen. Die zerhackten
nochen kommen in einen gusseisernen Kessel von 1½ Meter Durch-
iesser auf ¾ Meter Tiefe und werden hier mit Wasser unter öfterem
mrühren gekocht. Das geschmolzene Knochenfett steigt in einzelnen
ropfen auf die Oberfläche, sammelt sich hier und wird mit einem
chen Löffel abgeschöpft und durch ein Sieb gegossen, um die Un-
inigkeiten zu trennen, wobei dann in der Ruhe in einem zweiten
efässe Fett und Wasser sich leicht scheiden. Sobald beim Umrühren
ch keine frischen Fetttropfen zeigen, werden die ausgekochten Knochen
rausgenommen und frische eingebracht. Diese Arbeit wird sehr er-
ichtert, wenn man die Knochen auf ein grosses durchlöchertes Sieb
n Eisenblech in den Kessel bringt, welches die Form des Kessels
t, aber niedriger ist, so dass es vollkommen vom Wasser bedeckt
rd. Man bringt so die ganze Masse von Knochen auf einmal ein
d kann sie eben so schnell herausnehmen, das Sieb durch Umkehren
leeren und wiederfüllen.

Eine andere Methode der Entfettung der Knochen besteht darin,
s man dieselben in einen 10—12 Fuss hohen, 1½—2 Fuss weiten
linder aus Eisenblech bringt, welcher unten über dem massiven einen
chlöcherten Boden hat. Auf letzterem liegen die Knochen und
rden durch Dampf, welcher von oben her in den im Uebrigen her-
tisch schliessenden Cylinder eintritt, so stark erhitzt, dass das Fett
läuft und sich unten in dem Cylinder mit dem verdichteten Wasser
ammelt. Von hier werden beide vermittelst eines weiten Hahns
gelassen. Das Chargiren des Dampfcylinders geschieht vermittelst
es Mannloches, welches oben, das Entleeren durch ein solches, wel-
s unten über dem durchlöcherten Boden angebracht ist.

Besonders rein ist das eigentliche Knochenmark, sowie das
auenfett, welches man aus den untersten Schenkelknochen des
sen erhält. Das erstere wird wohl zu Pomaden, der flüssige Theil
Klauenfetts, welcher noch unter 0° flüssig bleibt, zum Schmieren

der Thurmuhren und feiner Maschinen, das gewöhnliche Knochenfett zu Seifen und als Maschinenschmiere gebraucht.

Zur Gewinnung des Fetts kann man nur frische Knochen anwenden, da die trocknen beim Auskochen nur wenig oder kein Fett mehr geben. Es dringt in dem Maasse, als das Wasser an der Luft verdampft, in das Knochengewebe ein und lässt sich dann nur noch schwer durch Erwärmen und Schmelzen von den Knochen trennen.

8. Verkohlung der Knochen.

Wenn man die Knochen erhitzt, so wird die organische Substanz zersetzt und verkohlt. Es bilden sich flüchtige Substanzen, brennbare Gase, die sich durch Abkühlung nicht verdichten lassen, daher entweichen; es bilden sich ferner flüchtige Producte, die sich verdichten lassen: eine schwere ölige Schicht, Knochentheer oder Thieröl und eine wässrige Schicht, welche durch Theertheile Geruch und Farbe hat und Ammoniaksalze gelöst enthält. Im Rückstand befinden sich die unorganischen Bestandtheile der Knochen, gleichmässig mit mehr oder weniger fein vertheilter Kohle gemengt, als schwarze Knochenkohle. Beim Erhitzen an der Luft verbrennt die Kohle und es bleiben die unorganischen Bestandtheile der Knochen als graue oder weisse Masse, die weissgebrannten Knochen oder die Knochenasche zurück. Umgekehrt lassen sich der Knochenkohle durch Behandeln mit warmer verdünnter Salzsäure die unorganischen Salze entziehen und es bleibt dann reine Kohle zurück

Die verkohlten Knochen werden gröblich gepulvert als Knochenkohle oder Spodium zum Entfärben verwendet, fein gemahlen als gebranntes Elfenbein oder Beinschwarz zur Herstellung schwarzer Anstriche, namentlich auch der Stiefelwichse.

Verkohlungsöfen. Die Oefen haben verschiedene Einrichtung, je nachdem man nur die beim Verkohlen der Knochen entstehende Knochenkohle gewinnen, oder auch die flüchtigen condensirbaren Producte benutzen will. Im ersteren Fall wendet man ähnliche Einrichtungen an, wie sie zur Gewinnung von Holzessig (S. 492) beschrieben sind. Das wässrige Destillat wird hierbei auf Ammoniaksalze (Salmiak, schwefelsaures Ammoniak) verarbeitet, jedoch nur, wenn der Preis dieser Producte nicht zu niedrig ist. Andernfalls beschränkt man sich auf Gewinnung der nicht flüchtigen Knochenkohle, wozu nur ein einfacher Apparat nothwendig und wobei an Brennmaterial bedeutend gespart wird.

Nach dem älteren jetzt wieder allgemein gebräuchlichen Verfahren wendet man zur Verkohlung gusseiserne Tiegel von 31 Ce

meter Durchmesser und 41 Centimeter Höhe an. Diese Tiegel werden, mit den zerschlagenen Knochen gefüllt, in grossen Oefen zu fünf aufeinandergestellt, so dass der obere immer den Deckel des darunter befindlichen bildet und nur der oberste der 5 Tiegel wird mit einem besonderen Deckel bedeckt. Statt der eisernen werden neuerdings auch Tiegel aus feuerfestem Thon genommen; Form und Grösse bleiben dabei dieselben. Diese Thontiegel haben den Vortheil, dass sie vom gleichen Gewicht Knochen mehr Kohle liefern aus dem Grunde, weil sie beim Erhitzen ihre runde Form nicht so verlieren. In Folge dessen schliessen sie auch dichter aufeinander, es kann weniger Luft eindringen und es verbrennt weniger Kohle. Ausserdem erfolgt die Zersetzung in den Thontiegeln, weil sie die Wärme schlechter leiten, namentlich zu Anfang langsamer und es entstehen dabei weniger flüchtige Producte.

Man hat es neuerdings vortheilhaft gefunden, die Tiegel nicht übereinander, sondern nur nebeneinander zu stellen; es kommt dann nur eine Reihe Tiegel in den Ofen. Im Uebrigen bleiben die Dispositionen dieselben mit Ausnahme der Höhe des Ofens. (Taf. XLIII., Fig. 1, 2 und 3.)

Der Ofen besteht aus einer flachen Heerdsohle von 32 Quadratmeter Fläche mit niedrigem Gewölbe überspannt. In der Mitte des Ofens ist der Feuerraum A; die Thüren an der Vorderseite des Ofens P dienen zum Einbringen und Ausziehen der Tiegel, welche auf den in das Mauerwerk eingelassenen eisernen Stäben sich mit Hacken leicht hin und her schieben lassen. Jeder Ofen enthält 18 Tiegel; die Spalten zwischen Deckel und Tiegel sind mit Thon verkittet. Sobald der Ofen gefüllt ist, werden die Thüren mit einer doppelten Mauer von trocken aufgesetzten Backsteinen vermauert.

Es ist zweckmässig, mehrere solcher Oefen nebeneinander und namentlich je zwei Oefen mit der Rückwand mit einander verkuppelt, zu bauen, indem dann weniger Wärme verloren geht, also an Brennmaterial gespart wird. Besonders vortheilhaft ist es, einen Ofen zur Wiederbelebung zwischen zwei Paar Verkohlungsöfen so einzubauen, dass die Flamme aus diesen 4 Oefen noch zur Heizung des ersteren mitdient, wie dies Taf. XLIII. zu sehen ist.

Sobald die Tiegel in den Ofen gebracht sind, wird geheizt, die Temperatur allmälig bis zur Rothglühhitze gesteigert und diesselbe sechs bis acht Stunden gleichmässig erhalten. Sobald die Zersetzung der Knochen angefangen hat, entwickeln sich aus denselben grosse Quantitäten brennbarer Gase und Theerdämpfe, welche sich im Ofen entzünden und verbrennen. Dadurch wird so viel Wärme entwickelt, dass man nur noch wenig Brennmaterial zur weiteren Erhitzung braucht.

Sobald die Zersetzung vorüber ist, zieht man die Tiegel heraus, ohne das Abkühlen des Ofens abzuwarten und beschickt den Ofen auch sogleich mit frischen Tiegeln, während man die gefüllten vor dem Ausleeren erkalten lässt.

Ein gleichmässiges und gerade genügendes Erhitzen ist beim Verkohlen von Knochen besonders wichtig. Zu schwaches oder zu kurzes Erhitzen giebt eine Knochenkohle, welche noch nicht zersetzte brennliche Theile enthält, die sich in den wässrigen, zu entfärbenden Flüssigkeiten auflösen und ihnen einen starken widerlichen Geruch ertheilen.

Eine zu stark und bei zu hoher Temperatur gebrannte Kohle ist zu dicht geworden und daher weniger durchdringlich für Flüssigkeit, demgemäss ist auch die Oberfläche verringert und in demselben Maass das Entfärbungsvermögen. Ueberdiess leiden durch eine zu hohe Temperatur auch die Tiegel, besonders die gusseisernen. Es ist daher wichtig, die Knochen hinlänglich zu brennen, aber zu verhindern, dass die Temperatur zu hoch steigt.

In zwei Oefen wie der beschriebene können 1100 Kilogr. Knochen. und in 24 Stunden vier Beschickungen gebrannt werden. Davon erhält man bei 60 pCt. Ausbeute im Ganzen 2600 Kilogr. Knochenkohle.

Die fertig gebrannte Kohle wird nach dem Erkalten in den Tiegeln zerkleinert. Soll sie zum Entfärben verbraucht werden, so muss man suchen, so wenig als möglich feines Pulver oder Kohlenstaub zu erhalten, da dieses weniger Werth hat als die Knochenkohle in Körnern.

Um die Kohle mehr körnig als pulverig zu erhalten, benutzt man zum Zerkleinern der gebrannten Knochen cannelirte Walzen, welche aus gezahnten Scheiben bestehen, abwechselnd von 25 und von 30 Centimeter Durchmesser. Zwei solcher Walzen werden nun so aufgestellt, dass die kleineren Scheiben der einen den grösseren der anderen gegenüberstehen. Indem die Walzen sich gegeneinander drehen, werden die Knochen dazwischen zerdrückt ohne zermahlen zu werden. Um Knochenkohle von hinlänglich feinem Korn ohne vielen Staub zu erhalten, kommen die Knochen nacheinander auf sechs solcher Mühlen, bei welchen die Walzen der folgenden immer etwas näher stehen als die der vorhergehenden. Dabei wird die Kohle nur nach und nach feiner gekörnt. Sie wird dann noch vermittelst einer Beutelvorrichtung gesiebt, um das feinere Pulver von den Körnern und diese nach ihrer Grösse zu sondern.

Der Hohenheimer Ofen zum Brennen der Knochen besteht in einer Reihe senkrecht stehender eiserner Cylinder, welche durch eine gemeinsame Feuerung erhitzt werden. Unten an jedem Cylinder befindet sich ein Schieber zum Entleeren der Kohle, oben ein Deckel

mit Abzugsrohr für die beim Glühen entstehenden Gase und Dämpfe. Die einzelnen Abzugsröhren vereinigen sich zu einem gemeinsamen grossen Rohr, in welchem die Destillationsproducte in die Feuerung geleitet werden. Die Beschickung der Cylinder geschieht von oben bei abgenommenem Deckel, welch' letzterer nach der Beschickung mit Thon wieder auflutirt wird. Nach zweistündigem Glühen werden die Kohlen durch Oeffnen des unten angebrachten Schiebers herausgenommen und zur Abkühlung in möglichst hermetisch schliessende Büchsen gefüllt.

Man kann diesen Ofen auch so einrichten, dass die Destillationsproducte theilweise verdichtet und nebenbei gewonnen werden, wie dies Du Rieux an seinem Knochenkohlenofen eingerichtet hat.

Auch in Verbindung mit der Gewinnung von Leuchtgas kann die Bereitung der Knochenkohle gebracht werden; doch bietet dieses Verfahren bis jetzt keine hinlänglichen Vortheile gegenüber der Leuchtgas-Fabrikation aus anderen Materialien und hat sich nicht einmal in grossen Zuckerfabriken einbürgern können.

4. Absorbirende Wirkungen, Entfärbungsvermögen etc. der Knochenkohle.

Alle Kohlen haben mehr oder weniger die Eigenschaft, gewisse Gase, organische Farbstoffe, sowie gewisse Salze in sich aufzunehmen und festzuhalten, dieselben also zu absorbiren. In höherem Maase als andere Kohlenarten besitzt die Knochenkohle, überhaupt die thierische Kohle, die Eigenschaft, Farbstoffe aufzunehmen und demnach entfärbend auf gefärbte Lösungen einzuwirken. Diese absorbirende Wirkung verdankt die Kohle dem in ihr enthaltenen Kohlenstoff, von dessen Oberflächenbeschaffenheit der Grad ihrer Wirksamkeit abhängt. Die Glanzkohle z. B. zeigt nur eine ganz geringe entfärbende Wirkung, ebenso die aus nicht entfetteten Knochen bereitete Knochenkohle. Der Grund liegt darin, dass die Structur dieser Kohlen eine zu dichte ist, die Poren sind verstopft und die Kohlen deshalb nicht mehr im Stande, Flüssigkeiten aufzusaugen. Um den zu entfärbenden Flüssigkeiten eine grössere Berührungsfläche darzubieten, müssen die Kohlen zerkleinert werden, denn je grösser die Oberfläche, desto wirksamer ist die Kohle. Wenn z. B. 100 Thle. feingeriebener Knochenkohle 170 Volumina einer Indigolösung entfärben, entfärbt dasselbe Quantum der Kohle in Linsengrösse gekörnt nur 130 Volumina, in Kaffeebohnengrösse nur 10 Volumina dieser Lösung. Wenn man trotzdem in der Technik fast nur grobkörnige Kohle verwendet, so hat dieses seinen Grund nur in der mechanischen Schwierigkeit, feingepulverte Kohle von Flüssigkeiten wieder zu trennen.

Die absorbirende Wirkung der Knochenkohle nimmt ab, wenn diese

lange Zeit an der Luft gelegen und aus derselben Gase aufgenommen hat. Insbesondere wird die entfärbende Wirkung der Kohle verringert durch Liegen in ammoniakalischer Luft, wobei sich ihre Poren mit Ammoniak oder kohlensaurem Ammoniak versetzen. Dieser Fall ist dadurch von praktischer Wichtigkeit, dass bei dem Brennen der Kohlen aus Knochen ammoniakalische Dämpfe entstehen, die beim Erkalten der Kohle aufgenommen werden. Durch Behandlung mit ganz verdünnter Salzsäure kann dieser Nachtheil beseitigt werden.

Es ist endlich noch von Einfluss auf die entfärbende Kraft der Knochenkohle die Temperatur, bei welcher die Einwirkung stattfindet. Eine heisse Flüssigkeit wird rascher entfärbt als eine kalte, aus welchem Grunde man in den Zuckerfabriken den Zuckersaft auch heiss durch die Knochenkohlenfilter hindurchgehen lässt.

Die absorbirende Wirkung der Knochenkohle gegenüber den unorganischen Salzen ist verschieden je nach der Natur des Salzes. So werden z. B. die Kalksalze insbesondere der kohlensaure Kalk (nach Reichardt und Cunze besonders auch die organischen Kalksalze) sehr stark absorbirt, weniger stark die Salze der Alkalien. Aber auch die Salze eines und desselben Metalls zeigen verschiedenes Verhalten: phosphorsaures Kali z. B. wird weit stärker absorbirt als kohlensaures und schwefelsaures Kali, diese wiederum weit stärker als salpetersaures Kali oder als Chlorkalium.

Walkhoff hat den verschiedenen Grad der Absorbirbarkeit von Kali- und Natronsalzen durch eine Reihe von Untersuchungen näher festgestellt. Deren Resultate sind in folgender Tabelle enthalten. Von 100 Thln. des über Knochenkohle in wässriger Lösung filtrirten Salzes waren absorbirt:

Kali als Aetzkali	13,5 Thle.
	16,6 „
	16,5 „
	20,0 „
„ kohlensaures Kali . .	25,0 „
	23,6 „
	37,0 „
	23,4 „
„ Chlorkalium	3,0 „
	1,3 „
„ phosphorsaures Kali . .	31,4 „
	43,2 „
„ salpetersaures Kali . .	6,5 „
	1,0 „

Kali	als citronensaures Kali . .	12,2	Thle.
	„ schwefelsaures Kali . .	22,4	„
Natron	„ kohlensaures Natron . .	24,0	„
		18,3	„
	„ Chlornatrium	1,0	„
	„ phosphorsaures Natron .	32,3	„
		28,0	„
	„ salpetersaures Natron .	5.0	„
	„ schwefelsaures Natron .	20,4	„
Magnesia,	schwefelsaure	49,0	„

Wenn die Knochenkohle ein bestimmtes Quantum von Farbstoffen und von Salzen aufgenommen hat, verliert sie die Kraft, noch mehr von diesen Stoffen aufzunehmen, sie ist gesättigt. Die Frage, ob durch die Aufnahme von Salzen seitens der Kohle ihre entfärbende Wirkung abgeschwächt wird, ist noch nicht exact entschieden. Jedenfalls aber ist soviel sicher, dass eine mit Salzen gesättigte Kohle noch im Stande ist, weiter Farbstoff aufzunehmen und umgekehrt, so dass demnach nicht, wie man früher glaubte, in dem Maasse als die Kohle sich mit Salzen sättigt, auch ihre entfärbende Wirkung sich verringert.

Wenn man der mit Salzen und Farbestoffen gesättigten Kohle diese Substanzen wieder entzieht, so erlangt sie wieder von Neuem die Eigenschaft, entfärbend und entsalzend auf Lösungen einzuwirken, jedoch nicht in demselben Grad wie die frische Kohle. Das Entfärbungsvermögen wird etwa um die Hälfte verringert.

Zur Bestimmung des Entfärbungsvermögens einer Kohle wird letzteres mit demjenigen einer anderen Kohle von bekanntem Werth verglichen. Zu diesem Zweck wird durch gleiche Gewichte beider Kohlen ein gleiches Maass von wässriger Karamel-Lösung so lange hindurchfiltrirt, bis es auch durch die bessere Kohle so stark gefärbt abfliesst, wie es aufgegossen ist. Man mischt nun das gesammte Filtrat, was von jeder der beiden Kohlen abgeflossen ist, zusammen und vergleicht die Farben beider. Je besser die Kohle war, desto heller wird die Flüssigkeit gefärbt sein.

Um den Grad der Farbe der entfärbten Flüssigkeit und daher das Entfärbungsvermögen einer Kohle vergleichungsweise in Zahlen auszudrücken, verfährt man nach Payen so, dass man die nicht durch Kohle filtrirte Probeflüssigkeit und die filtrirte in verschieden starken Schichten vergleicht, bis die Farbe beider gleich ist. Wenn dann bei gleicher Farbenuance die Schicht der entfärbten Flüssigkeit dreimal so stark ist, als von der unentfärbten Probeflüssigkeit, so enthält sie begreiflich nur $1/3$ des ursprünglich darin enthaltenen Farbstoffs, $2/3$ sind

ihr also durch die Kohle entzogen. Muss bei einer anderen Kohle die Schicht vervierfacht werden, so ist begreiflich ³/₄ der Flüssigkeit entfärbt. Das Entfärbungsvermögen der ersten Kohle wäre also ²/₃, das der andern ³/₄, oder beide verhalten sich wie ²/₃ : ³/₄ d. i. = 8 : 9. Die Quantitäten der anzuwendenden Kohle, um gleiche Entfärbung zu bewirken, verhalten sich dann natürlich umgekehrt wie das Entfärbungsvermögen desselben.

Um zu prüfen, ob die Knochenkohle hinreichend gebrannt ist, behandelt man sie mit einer verdünnten Natronlauge und bringt das Ganze auf ein Filter. Läuft die Flüssigkeit farblos ab, so war die Kohle hinreichend gebrannt, während ein gefärbtes Filtrat ein Beweis des Gegentheils ist. Um die Kohle darauf zu prüfen, ob sie nicht zu stark oder zu lange gebrannt wurde, übergiesst man sie mit kochendem Wasser. Zu stark gebrannte Kohle, in welcher die schwefelsauren Salze zu Schwefelmetallen reducirt wurden, entwickeln dabei Schwefelwasserstoff, der durch den Geruch oder vermittelst Bleipapier zu erkennen ist.

5. Wiederbelebung der Knochenkohle.

Wenn sich die Poren der Knochenkohle mit den von ihr absorbirten Substanzen, Farbstoffen, Salzen etc., verstopft haben, so verliert sie die Eigenschaft, noch weiter entfärbend und entsalzend auf Lösungen einzuwirken. Ein bestimmtes Quantum Kohle kann deshalb auch nur eine bestimmte Menge von Farbstoffen, Salzen etc. aufnehmen, dann wird sie unwirksam. Es wäre unmöglich, den Bedarf der Zuckerfabriken an Kohle zu decken, wenn man nicht in der Wiederbelebung ein einfaches und billiges Mittel hätte, der gebrauchten Kohle ihre absorbirende Wirkung wiederzugeben, indem man ihr alle aufgenommenen fremden Stoffe entzieht oder dieselben zerstört. — Die Kohle kann 20—25 Mal wiederbelebt werden. Bei jeder Wiederbelebung findet ein Verlust von Kohle statt, der sich auf 1,2—2,5 pCt. des Kohlengewichts beläuft. Ausserdem nimmt aber auch der relative Kohlenstoffgehalt in der Kohle theils durch zurückbleibende Salze, theils durch Zerstörung des Kohlenstoffs selbst mehr und mehr ab. Ist er bis auf 2—3 pCt. gesunken, so eignet sich die Kohle nicht mehr zur Entfärbung.

Da die Wiederbelebung der Knochenkohle im Grossen hauptsächlich nur in den Zuckerfabriken zur Ausführung kommt, sind in Folgendem die Operationen der Wiederbelebung auch nur in Rücksicht auf die Kohlen der Zuckersaftfilter beschrieben.

Es werden von der Knochenkohle aus dem Zuckersaft insbesondere

aufgenommen: kohlensaurer Kalk, Gyps, fixe und an verschiedene Säuren gebundene Alkalien, organische Stoffe (Zucker, Eiweisskörper Farbstoffe etc.)

Die Entfernung des kohlensauren Kalkes ist, abgesehen von dem Aussüssen mittelst Wasser in den Filtern, gewöhnlich die erste Operation der Wiederbelebung. Dabei behandelt man die Kohle mit soviel einer ganz verdünnten Salzsäure, dass gerade der absorbirte, nicht aber auch der per se in der Knochenkohle schon von vornherein enthaltene Kalk, der sogenannte Constitutionskalk, gelöst wird. Um keinen Ueberschuss von Säure zur Anwendung zu bringen, geht dem Säuerungsprocess eine quantitative Bestimmung des von der Kohle aufgenommenen kohlensauren Kalks voraus und da man aus der Kohlensäuremenge die Gesammtkalkmenge berechnen kann, führt man am Einfachsten eine Bestimmung der Kohlensäure nach Mohr oder nach Scheibler aus.

Sehr leicht ausführbar ist auch die Methode von Otto zur Bestimmung der aus der Kohle zu entfernenden Kalkmenge. Darnach bringt man 50 Gramm der zu untersuchenden Kohle mit 150 Gramm Wasser in einen Kessel, erhitzt zum Sieden und lässt aus einer Mohr'schen Bürette vorsichtig so lange verdünnte Salzsäure zutropfen, bis ein in die Flüssigkeit gebrachtes Lakmuspapier schwachroth gefärbt wird. Man nimmt zu dieser Probe eine Salzsäure von dem spec. Gew. 1,0177 bei 14° R., von welcher 10 C. C. 0,5 Gramm kohlensaurem Kalk entsprechen, resp. da 50 Gramm Kohle angewandt wurden = 1 pCt. Kalk. Vorausgesetzt, dass man rasch genug operirt, findet bei dieser Methode keine Neutralisation der Salzsäure durch den in der Kohle von vornherein vorhandenen phosphorsauren Kalk statt, man erhält also nur die Menge des bei der Filtration aufgenommenen Kalks.

Stärke und Menge der Salzsäure werden am Besten so gewählt, dass die zu reinigende Kohle von der Flüssigkeit gerade noch bedeckt ist. Zu diesem Behufe bringt man die Kohle in hölzerne Behälter oder in gemauerte, cementirte Gruben und übergiesst sie hier mit der Salzsäure. Um eine möglichst gleichmässige Berührung der Kohle mit der Säure zu bewirken, wird während des ganzen Processes von Zeit zu Zeit umgeschaufelt, oder man zieht auch die Säure von unten ab, um sie oben wieder aufzugeben.

Die Entfernung der organischen Substanzen kann durch einen Gährungsprocess oder auch durch Behandlung mit ätzenden Laugen ausgeführt werden. Ersteres Verfahren ist das gewöhnlich übliche. Man unterscheidet zwischen trockner und nasser Gährung.

Bei der trocknen Gährung, die übrigens nur seltener Anwen-

dung findet, wird die feuchte Kohle in 2—3 Fuss hohen Haufen und in 25—30 ⁰ R. warmen Räumen ausgebreitet und 10—20 Tage liegen gelassen. Nach kurzer Zeit tritt Gährung und damit Temperaturerhöhung ein. Letztere geht oft bis 50 ⁰ R., nimmt aber mit Vollendung des Processes wieder soweit ab, dass die Temperatur im Innern der Haufen gleich ist mit der Temperatur der umgebenden Luft. Da es bei diesem Verfahren sehr darauf ankommt, der Luft möglichst Zutritt zu verschaffen, empfiehlt es sich, die Kohlenhaufen auf geflochtene Hürden, durch welche die Kohlensäure nach unten entweichen kann, zu legen.

Die nasse Gährung bringt man in denselben Holzbehältern oder gemauerten Gruben wie die Säuerung zur Ausführung. Die Kohle wird dabei mit Wasser übergossen und mehrere Tage ruhig stehen gelassen. Auch hierbei tritt nach kurzer Zeit Gährung ein, es entwickeln sich Kohlensäure, Ammoniak und andere übelriechende Stoffe, welche durch Gährung und Fäulniss der von den Kohlen aufgenommenen organischen Stoffe (Zucker, Eiweisskörper, Farbstoffe etc.) gebildet werden. Zur möglichsten Vermeidung des übeln Geruchs thut man gut, das Wasser von den Kohlen von Tag zu Tag abzulassen und durch frisches Wasser von derselben Temperatur der abgelaufenen Flüssigkeit zu ersetzen. Die nasse Gährung nimmt weniger Zeit in Anspruch als die trockene, sie braucht nur 6—7 Tage, vorausgesetzt dass man die Temperatur während der Gährung nicht zu sehr sinken lässt.

Von ANTHON, PELOUZE u. A. wurde schon vielfach vorgeschlagen, statt durch die allerdings sehr umständliche Gährung, der Kohle die organischen Stoffe, namentlich die Farbstoffe, durch eine Behandlung mit verdünnter Aetznatronlauge in der Wärme zu entziehen. Allerdings lassen sich bei dieser Behandlung beträchtliche Mengen von Farbstoffen aus der Kohle entfernen, immerhin aber bleiben dabei neben Farbstoffen noch so bedeutende Mengen anderer organischer Stoffe, die bei der Gährung verschwinden, zurück, dass man trotz langer Zeit und grossem Raum, welche die letztere erfordert, die Behandlung mit reiner Natronlauge nur in wenigen Fabriken in Anwendung findet.

Entfernung des Gypses aus der Knochenkohle. Der Gyps, einer der schädlichsten Bestandtheile der Zuckersäfte, gelangt in diese letzteren theils durch das Wasser, theils durch Anwendung schwefelsäurehaltiger Salzsäure beim Säuern, wobei der kohlensaure Kalk in schwefelsauren Kalk (Gyps) übergeführt wird, theils endlich durch Scheiden der Säfte mit gypshaltigem Kalk. Seine Entfernung geschieht durch eine Behandlung der Kohle nach der Gährung mit einer Lauge von kohlensaurem Natron (Soda). Dabei wird der Gyps

in kohlensauren Kalk umgewandelt, während andererseits schwefelsaures Natron entsteht, das in Wasser löslich ist und durch Waschen leicht entfernt werden kann. Der kohlensaure Kalk muss dann mit Salzsäure entzogen werden. Statt der gewöhnlichen Soda kann auch Aetznatron oder ein Gemisch beider genommen werden.

Das Eisfeld'sche Verfahren besteht darin, dass man die Kohle, nachdem sie von den Gährungsproducten möglichst rein gewaschen ist, mit den ammoniakhaltigen Condensationswässern der Robert'schen resp. Tischbein'schen Apparate kocht. Es findet dabei vor Allem eine Zerlegung des Gypses statt, so dass die Behandlung mit Soda ganz wegfallen kann, ausserdem wird auch ein Theil des kohlensauren Kalks dabei entfernt.

Dämpfen der Knochenkohle. Diese Operation wird meist ausgeführt ehe die Kohle in die eigentlichen Waschapparate gelangt, insbesondere wenn keine Behandlung mit Soda oder Aetznatron stattgefunden hat. Es werden dabei verschiedene bei der Gährung entstandenen Producte gelöst oder in leicht löslichen Zustand versetzt. Man bringt die Kohle zu diesem Behufe in weite cylindrische Gefässe aus Eisenblech. Unter dem Siebboden, auf welchem die Kohlen ruhen, treten Wasser und Dampf ein, dringen von unten nach oben durch die Kohlen und entweichen oben. Practischerweise werden die Dämpffässer so eingerichtet, dass sie ähnlich wie die Lumpenkocher in senkrechter Richtung auf ihre Hauptachse gedreht werden können, um ein leichtes Ausfüllen der Kohlen zu ermöglichen.

Die Reihenfolge der beschriebenen Operationen der Wiederbelebung erleidet nicht selten eine Abänderung. So kommt es vor, dass man schon vor der Behandlung mit Säure gähren, oder dass man der Säuerung das Kochen mit Soda- oder Natronlauge vorausgehen lässt.

Bei dem Verfahren von Adolphi wird die Gährung noch auf den Filtern zur Ausführung gebracht, ebenso der Waschprocess, so dass nur ein einmaliger Transport der Kohle aus den Filtern nach den Brenncylindern nothwendig ist.

Walkhoff schlägt vor, die Behandlung der Kohle mit Salzsäure ebenfalls in den Filtern selbst zur Ausführung zu bringen. Allerdings müssten dann, wie Walkhoff richtig bemerkt, die Filter aus glasirtem Thon angefertigt werden, weil das Eisen durch die Salzsäure zu sehr angegriffen würde.

Nicht selten wird endlich das Dämpfen der Kohle nach dem Auswaschen derselben mit Wasser ausgeführt. Dabei wird aber der Dampf allein angewendet, um die Kohle möglichst trocken nach den Trocken- und Brennapparaten gelangen zu lassen.

Die Operation des Waschens mit Wasser, welche dem Trocknen und Glühen der Kohlen vorausgeht, wird in Apparaten der verschiedensten Construction zur Ausführung gebracht.

Das einfachste Verfahren besteht in der Handwäsche, wobei die Kohlen vermittelst Schaufeln in hölzernen Kasten so lange unter Wasser durchgerührt werden, bis keine wesentliche Trübung von neu zugegebenem Wasser mehr eintritt. Bei dieser Methode ist jedoch der Aufwand an Arbeit ein viel zu bedeutender, als dass sie sich unter den jetzigen Arbeiterverhältnissen noch hätte halten können.

Eine der gewöhnlichsten Waschmaschinen ist die Schnecken-Waschmaschine. Dabei dreht sich eine Schnecke in einem nach der einen Seite schwach geneigten Trog so, dass die unten eingeworfenen Kohlen allmählig nach oben gehoben werden, bis sie am höchsten Theil des Troges herausfallen. Das Wasser fliesst oben zu, nimmt seinen Lauf nach unten, also dem Lauf der Kohlen entgegen und fliesst unten ab. Abgesehen davon, dass bei dieser Maschine Wasser und Kohlen vielfach und innig miteinander in Berührung kommen, bietet sie auch noch den Vortheil, dass sich die unten aufgegebenen, noch ganz unreinen Kohlen mit schmutzigem Wasser treffen, in dem Maasse aber, als sie gehoben und reiner werden, auch mehr und mehr mit immer reinerem Wasser in Berührung kommen. Statt eines Troges findet man auch, um Umherspritzen zu vermeiden, vollkommen geschlossene Cylinder, in welchen sich die Schnecke dreht.

Auf demselben Princip beruht auch die Waschmaschine von Hoffmann, bei welcher die Kohlen statt durch eine Schnecke vermittelst spiralig angeordneter Schaufeln von dem einen nach dem andern Ende einer Trommel befördert werden, welch' letztere sich ebenfalls in drehender Bewegung befindet.

Von ganz ausgezeichneter Wirkung ist die Waschmaschine von Klusemann. Dieselbe besteht aus einem schwach geneigten weiten Trog mit Deckel, in welchen die Kohle unten, das Wasser oben eintritt. Die Hebung der Kohle geschieht vermittelst Schaufeln von Handform, die sich um quer durch den Trog hindurchgehende Achsen so drehen, dass die Kohlen jedesmal soweit nach oben gehoben werden, dass sie von den Schaufelfingern der folgenden Achse erfasst und weiter gehoben werden können. Um ein Zurückrutschen der Kohlen und ein zu rasches Durchströmen des Wassers zu verhindern, ist der Boden des Troges durch ganz niedrige Querwände in verschiedene Abtheilungen getheilt.

Bei der Cönner'schen Waschmaschine wird die Kohle auf einem feinen Drahtsieb ohne Ende fortbewegt und wird auf diesem Wege von dem darüber angebrachten Wasserrohr von einem feinen Wasser-

regen berieselt. Die Maschine ist sehr wirksam, verbraucht aber sehr viel Wasser.

Auch in Centrifugen kann das Waschen der Kohlen ausgeführt werden, erfordert aber des geringen Raumes in einer Centrifuge wegen zu viel Zeit und Arbeit.

Das Trocknen der Kohle hat den Zweck, dieselbe, ehe sie in die Glühcylinder gelangt, von der Hauptmasse des anhaftenden Wassers zu befreien. Die Operation wird auf den Darrplatten ausgeführt, welche durch die aus den Glühofen abziehende Feuerluft erhitzt werden. Fig. 140 zeigt bei c c die Darrfläche, Fip. 141 bei L die unter der Darrfläche hinziehenden Feuerkanäle.

Walkhoff beschreibt eine Darrvorrichtung, die in einer conischen um ihre Achse sich drehenden Blechtrommel besteht, in deren engeren Theil die Kohle vermittelst einer kleinen Schnecke gleichmässig eingeführt wird. Sie fällt dann von selbst dem weiteren Ende der Trommel zu und wird zum Zweck möglichst gleichförmiger Erhitzung durch Leisten mehrfach in die Höhe gehoben, ehe sie am tiefsten Theile der Trommel herausfällt. Die Erhitzung geschieht von Aussen entweder durch die aus dem Glühofen abziehende Feuerluft oder vermittelst directer Feuerung.

Das Glühen oder Brennen der Kohlen hat den Zweck, diejenigen Reste von organischer Substanz, welche trotz der vorausgegangenen Reinigungsprocesse noch nicht entfernt sind, zu zerstören. Es geschieht dies in Oefen der verschiedensten Constructionen.

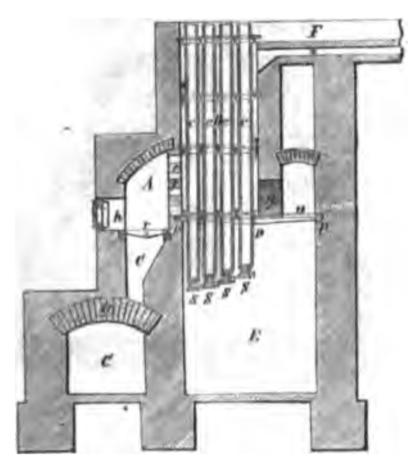


Fig. 136.

Der gebräuchlichste Ofen ist der von Schatten. Fig. 136 zeigt denselben im verticalen Längendurchnitt. A ist der Feuerraum mit Feuer-

thür h und Rost r, C. Aschenfall. Die Feuergase treten durch das durchbrochene Chamottemauerwerk f f in den Glühraum, in welchem die eisernen Glühcylinder c c hängen. Dabei findet die stärkste Erhitzung dieser letzteren in dem oberen Theile der unteren Hälfte statt, schwächer werden sie weiter oben, gar nicht im untersten Viertel erhitzt. In letzterem findet vielmehr durch die äussere Luft, welche unten freien Zutritt hat und durch o entweicht, Abkühlung statt. Die Feuergase entweichen unter der Darre F hinweg durch den Kanal z in die Esse. Die Kohlen werden oben in die Cylinder eingeworfen, erleiden im oberen Theil derselben eine zuerst schwache, allmählig mehr und mehr sich verstärkende Erhitzung, bis sie unter D in den eigentlichen Glühraum gelangen. Von 20 zu 20 Minuten lässt man durch Oeffnen der Schieber s s jedesmal etwa den vierten Theil des Cylinderinhaltes in untergestellte Blechbüchsen herausfallen, die mittelst gut schliessender Deckel verschlossen werden. Dasselbe Quantum, das unten herausfällt, wird oben wieder aufgegeben. Bei dieser Art der Leitung des Glühprocesses werden die Kohlen allmälig angewärmt, vor dem Herausnehmen aber durch längeres Verweilen in dem untersten kalten Theil der Cylinder so weit abgekühlt, dass sie beim Ausfüllen mit dem Sauerstoff der Luft nicht mehr verbrennen, also auch keinen Verlust an Kohlenstoff erleiden.

Fig. 137 und 138 ist ein ebenfalls continuirlicher Glühofen von CRESPEL-DELLISSE abgebildet. Er besteht aus der Grundmauer H H,

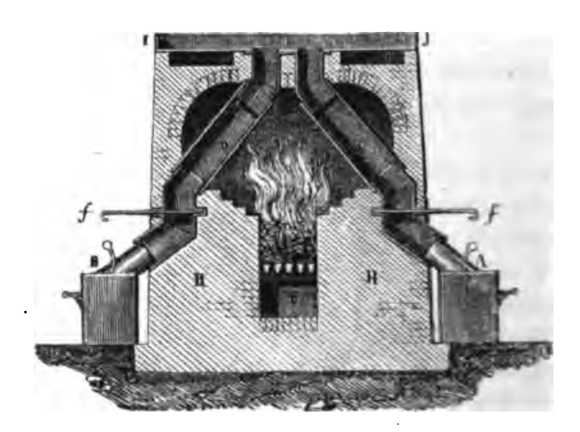


Fig. 137.

in deren Achse der Feuerraum E angebracht ist. Der Feuerraum ist überwölbt; die viereckigen Kanäle D und C′ D′ unten im Ofen geneigt liegend, gehen mittelst eines knieförmigen Absatzes gerade durch das

Gewölbe und münden über demselben in ein flaches Gefäss I J von Eisenblech, welches über dem ganzen Ofen hergeht. Die Flamme tritt aus dem Ofen durch 18 Füchse, die in den Zwischenräumen zwischen den 20 Glühröhren angebracht sind, in einen freien Raum unter die flache Eisenblechpfanne. Im unteren Theil jedes Calcinirrohrs ist in dem zweimal gebogenen Ansatz ein Schieber f angebracht, um die Röhren beliebig öffnen und schliessen zu können. In das untere Ende

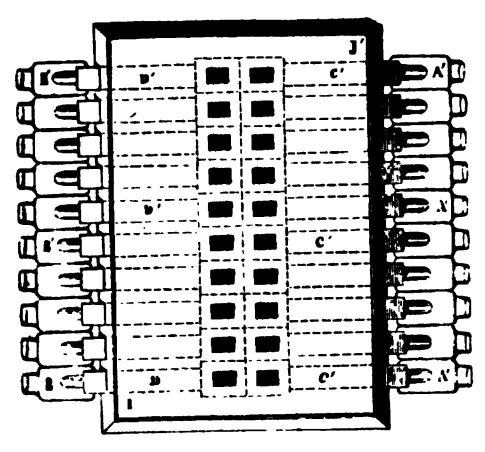


Fig. 138.

des Ansatzes mündet der Hals eines Kohlendämpfers A A′, B B′, der hinreichend gross ist, um den ganzen Inhalt des Glührohrs zu fassen. Der Ofen wird nun zuerst langsam angeheizt, wobei die ausgewaschene Kohle zum Trocknen auf dem Gefäss I J ausgebreitet ist. Sobald sie trocken ist, werden die 20 Röhren C D, während natürlich der Schieber f geschlossen, damit gefüllt, worauf auch die obere Mündung durch einen gut passenden Deckel geschlossen wird. Sobald der Ofen Kirschrothglühhitze hat, welche Temperatur fortwährend erhalten werden muss, lässt man die Kohle etwa eine halbe Stunde glühen und dann durch Aufziehen des Schiebers f in den Kohlenkasten fallen. Nach Schliessen des Registers wird das Rohr von oben wieder gefüllt, nach 25 Minuten die Kohle aus dem Dämpfer ausgeleert und dieser wieder untergestellt. Alle halbe Stunde ist eine Ladung fertig, in 24 Stunden werden also in 48 Beschickungen 960 Kilogramm Knochenkohle gebrannt. Die erkaltete Kohle wird dann zur Trennung von feinem Pulver abgesiebt.

Ein dem SCHATTEN'schen sehr ähnlicher Brennofen ist der von CAIL & Comp., welcher Fig. 139, 140 und 141 abgebildet ist. G ist der Feuerraum mit Rost und Feuerthür P. Die zwei seitlichen Mauern bieten den Feuergasen durch je 3 Reihen zu 9 Oeffnungen Durchtritt

nach dem eigentlichen Glühraum. Die erste Reihe dieser Füchse befindet sich 56 Centimeter über der Rostfläche. Die durch die 54 Oeffnungen austretenden Feuergase umspülen die in zwei Reihen zu beiden Seiten des Rostes aufgehängten 20 Glühcylinder T hauptsächlich in ihrer

Fig. 139. Fig. 140.

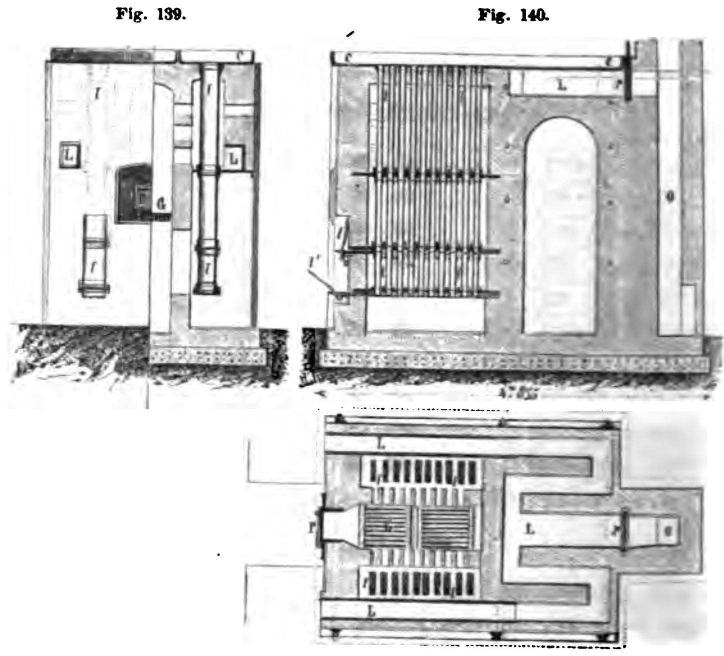


Fig. 141.

oberen Hälfte und entweichen dann durch die Kanäle L L unter der Darre C C hinweg in die Esse O. Die Abzugskanäle haben in ihrem Anfang eine Breite von 22 Centimeter, in der Mitte nach ihrer Vereinigung von 41 Centimeter, gegen die Esse zu von 35 Centimeter. Der Zwischenraum zwischen den einzelnen Röhren beträgt 5 Centimeter. Jedes Rohr besteht aus 3 Stücken und mündet in den Boden der Darre C C. Die zehn Röhren jeder Seite können durch zwei gemeinsame Schieber p und q Fig. 142 in 2 Theile getheilt werden, einen oberen grösseren und einen unteren, der etwa den fünften Theil des Gesammtinhaltes ausmacht. Will man den Brennprocess beginnen, so erhitzt man die Röhren zur Kirschrothgluth, verschliesst mittelst des Hebels l den Schieber p und füllt den darüber befindlichen Raum: 1. bis zur Mitte oder besser bis zu $^2/_3$ der Höhe mit schon geglühter Kohle, 2. bis oben mit blos getrockneter Kohle. und hält den Raum über den Röhren auf der Darre C immer mit Kohlen angefüllt, so dass diese beim Entleeren der Röhren von selbst nachrutschen. Nach Verlauf einer halben Stunde schliesst man

den Schieber q vermittelst des Hebels l', öffnet p, worauf sich der Raum zwischen den Schiebern p und q mit geglühten Kohlen anfüllt. Man schliesst dann auch wieder p, öffnet nach einer halben Stunde q und lässt die unterdessen abgekühlten Kohlen in die untergestellten Dämpfer fallen; q wird dann wieder geschlossen, p geöffnet und von 30 zu 30 Minuten das Chargiren und Dechargiren auf diese Weise periodisch wiederholt. Der Querschnitt der Röhren ist oval und besitzt einen Längsdurchmesser von 24, eine Breite von 8 Centimetern. Der Raum zwischen den beiden Schiebern ist 39 Centimeter hoch, hat demnach eine Capacität von 7488 Kubikmetern und fasst im Mittel 4 Kilogramm und 175 Gramm Kohlen. Die 20 Röhren liefern in einer halben Stunde 83½ Kilogramm, in 24 Stunden 4000 Kilogramm Kohle. Zwei derartige Oefen, von welchen je einer sich in Reparatur befindet, reichen hin für eine Zuckerfabrik, welche pro Tag 200,000 bis 250,000 Kilogramm Rüben verarbeitet.

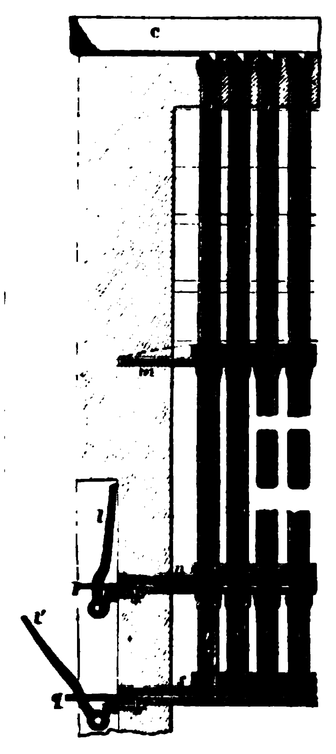


Fig. 142.

Taf. XLIII., Fig. 4 und 5 ist der Wiederbelebungsofen von Fouschard abgebildet. Derselbe ist ganz aus Backsteinen construirt und erfordert weniger Reparatur und Handarbeit. Ob auch weniger Brennmatarial wie Payen angiebt, möchte ich bezweifeln. Der Ofen enthält vier Feuerherde (sie lassen sich aber auch in grösserer Anzahl anbringen), über jedem derselben ist eine Esse $i^1, i^2 \ldots j$, welche von 40 zu 80 Centimeter durchbrochene Zwischenwände von Backsteinen hat, wodurch der Rauch genöthigt ist, von einer Zwischenwand zur nächsten eine andere Richtung anzunehmen. Jede Esse ist so weit, dass ein Mann hindurch kann und sind aus diesem Grunde die Zwischenwände auch beweglich. Der Rauch zieht oben aus der Esse durch seitliche Oeffnungen unter Platten von Eisenblech, welche als Darre dienen. In dem Raum zwischen je zwei Feuerungen, parallel mit ihnen, sind Kanäle angebracht, wie die Feuerräume selbst 6 Meter hoch. Im oberen Theil bis auf 2 Meter Höhe haben diese Züge einen Durchschnitt von 10 Centimeter Breite und 1 Meter Länge. Jeder Zug ist durch

drei Register l m n in vier Theile getheilt. Der untere Theil k l ist 1 Meter hoch, er verengert sich nach unten und mündet in zwei Röhren k k' (Fig. 5), welche durch einen beweglichen Deckel geschlossen sind. Der nächste Theil des Zuges m ist ebenfalls 1 Meter hoch, doch überall gleich weit. Der dritte Theil m n hat 90 Centimeter, der vierte Theil 3 Meter Höhe.

Beim Arbeiten kommt die gewaschene und getrocknete Kohle in die fünf Kanäle o o, welche bei m geschlossen sind. Wird dann n geschlossen und m geöffnet, so füllt sich der Raum zwischen l und m: da er um 10 Centimeter weiter ist als der zwischen m und n, so bleibt gerade so viel Raum leer, dass die Gucklöcher p frei bleiben, die beliebig geöffnet und geschlossen werden können. Darauf wird der Raum m n wie auch der obere n o wieder mit Kohle gefüllt.

Nachdem der Ofen hinlänglich ausgetrocknet und durch Feuerung in den vier Feuerräumen in gehöriger Hitze ist, lässt man die Kohle 50 Minuten in l m und überzeugt sich dann durch die Oeffnung p, ob sie rothglühend ist. Sobald sie diese Hitze hat, öffnet man den Schieber l, worauf sie in den unteren Raum l k fällt. Ist l wieder geschlossen, so wird m l aus n m, dies aus o n gefüllt u. s. f. Nach 50 bis 55 Minuten kommt dann die erkaltete Kohle aus l k, durch Oeffnung des Deckels k' (Fig. 5) in einen Kohlenkasten, worauf man die Kohle aus m l wieder nach l k fallen lässt und wieder jeden Raum aus dem darüber befindlichen füllt. Die Arbeit geht nun Tag und Nacht gleichmässig fort. Man zieht aus jedem Rohr auf einmal 90 Liter Kohle ab, und zwar in den 3 mittleren Kanälen, die zwischen zwei Feuerungen sind, jede Stunde, in den beiden Seitenröhren, die nur von einer Seite geheizt werden, alle zwei Stunden. In 24 Stunden werden daher $96 \times 90 = 8640$ Liter Knochenkohle gebrannt,

Man kann diesen Ofen von Fouschard zugleich mit den oben besprochenen Oefen zum Glühen frischer Kohlen verbinden, indem man die heissen Gase aus den Brennöfen (Fig. 2 und 3) durch die Füchse cd, cd abziehen lässt. Diese Züge vereinigen sich in der Mitte des zweiten Gewölbes und führen die Gase durch e f g h und durch die Mündung i unter die Roste der vier Feuerungen des Wiederbelebungsofens (Fig. 4), wo diese Gase und der Rauch vollständiger verbrennen und daher zum Heizen des Ofens wesentlich beitragen, was ausser Ersparung an Brennmaterial noch den grossen Vortheil gewährt, dass die aus dem Hauptkamin abziehenden Gase einen minder starken Geruch haben und daher für die Nachbarschaft weniger lästig sind.

Bei dem Ofen von Brison kommen statt eiserner Röhren Chamotte-Cylinder zur Anwendung. Dieselben sind in senkrechter Stellung

derart neben einander in den Glühofen eingemauert, dass nur der mittlere Theil sich in dem Ofen befindet; der obere und untere Theil befinden sich ausserhalb des Ofens. Chargiren und Dechargiren geschieht wie bei dem SCHATTEN'schen Ofen. Jede Chamotte-Retorte fasst ca. 2 Hektoliter Kohle.

Aehnlicher Construction ist der Ofen von BLAISE, welcher seine Chamotteröhren gegen das Durchdringen der Gase mit einer Glasur versieht. Die Kühlung der Kohle geschieht in eisernen Kühlröhren.

Es existiren ausser den angeführten noch eine grosse Zahl von Wiederbelebungsöfen, von welchen aber für die Praxis noch keiner bis jetzt Bedeutung erlangt hat. Erwähnt sei, dass man ebenso wie zum Verkohlen des Holzes bei Herstellung von Pulverkohle, in neuester Zeit auch zum Brennen der wiederzubelebenden Knochenkohle überhitzten Wasserdampf zur Anwendung gebracht hat, nach übereinstimmenden Berichten jedoch ohne günstigen Erfolg.

6. Anwendung.

Die Knochenkohle findet ihre hauptsächlichste Verwendung in den Zuckerfabriken und Zuckerraffinerieen zum Entfärben und Entsalzen der Rübensäfte oder Zuckerlösungen. Auch in chemischen Fabriken und Laboratorien verwendet man die Knochenkohle, überhaupt die Thierkohle, zum Entfärben und Reinigen der verschiedensten Lösungen von Substanzen organischer Natur.

Wasser, welches in Folge zu grosser Härte nicht trinkbar ist, kann durch Behandlung mit Knochenkohle, welche die Kalksalze aufnimmt, trinkbar gemacht werden.

In den Laboratorien reinigt man die zu verwendende Thierkohle meist noch durch mehrmalige Behandlung mit verdünnter Salzsäure, um die in grosser Menge darin enthaltenen Kalksalze aufzulösen. LEBOURDAIS hat beobachtet, dass eine solche von Kalksalzen ganz befreite Knochenkohle die Eigenschaft hat, die Alkaloide zurückzuhalten. Filtrirt man eine wässrige Lösung der letzteren über gereinigte Thierkohle und trocknet nachher vorsichtig, so kann man die Alkaloide vermittelst kochenden Alkohols wieder extrahiren. Auf diese Weise können Morphin, Narcotin, Chinin u. a. direct aus wässrigen Lösungen gewonnen werden.

Die Knochenkohle, deren Kohlenstoffgehalt durch langen Gebrauch unter 2—3 pCt. gesunken ist, kann in Zuckerfabriken nicht mehr verwendet werden. Sie wird dann meist durch Behandlung mit Schwefelsäure, wodurch der unlösliche dreibasische phosphorsaure Kalk in lös-

lichen sauren phosphorsauren Kalk übergeht, auf künstlichen Dünger (Superphosphat) verarbeitet.

7. Schieferkohle.

In der Auvergne in der Nähe von Ménat findet sich ein leichter bituminöser Schiefer, der nach dem Brennen in verschlossenen Gefässen eine thonige Kohle hinterlässt, welche zum Entfärben gebraucht werden kann, aber nicht die Fähigkeit hat, den Zuckersäften Kalk zu entziehen, wie die Knochenkohle es thut. Enthalten diese Schiefer Schwefelkies, so bildet sich beim Brennen derselben Einfach-Schwefeleisen, welches leicht auf die Farbstoffe der Flüssigkeiten wirkt und sie dunkler färbt, so dass dann eine derartig verunreinigte Kohle nicht zum Entfärben verwendet werden kann.

Talg-, Stearin- und Wachskerzen.

1. Vorkommen.

Die Fettkörper sind sowohl im Thier- als auch im Pflanzenreich sehr verbreitet. Sie finden sich in allen Theilen der Pflanzen, besonders angehäuft jedoch in den Samen und in manchen Früchten. Ebenso sind Fette in verschiedenen Theilen des Thierkörpers, in einzelnen Geweben oft in grösserer Menge abgelagert.

Für das organische Leben sind die Fette von höchster Wichtigkeit; sie dienen im Samen als erstes Nahrungsmittel für die sich daraus entwickelnde junge Pflanze, im thierischen Organismus insbesondere beim Respirationsprocess zur Erzeugung von Wärme.

2. Eigenschaften.

Die verschiedenen im Pflanzen- und Thierreich sich findenden Fette unterscheiden sich sowohl durch ihre physikalische als auch durch ihre chemische Beschaffenheit. Schon die Aggregatform zeigt die grössten Unterschiede und je nach dieser Form unterscheiden wir verschiedene Arten von Fett. Flüssige Fette oder fette Oele nennt man solche Fettsubstanzen, die bei gewöhnlicher Temperatur flüssig sind; die flüssigen Thierfette werden Thran genannt. Mit Butterarten oder häufiger mit Schmalz bezeichnet man diejenigen Fette, die bei gewöhnlicher Temperatur eine weiche Consistenz haben und bei etwa 30° schmelzen. Die höher schmelzenden, bei gewöhnlicher Temperatur festen Fette endlich werden Talge genannt. Bei weitem die meisten Fette sind bei gewöhnlicher und nur wenig erhöhter Temperatur flüssig. In frischem Zustand sind sie weiss oder farblos, oder doch nur schwach gelblich gefärbt, besitzen einen nur schwachen Geruch und haben durchschnittlich das spec. Gewicht 0,9. In Wasser

sind sie unlöslich, vertheilen sich aber in wässrigen, namentlich schleimigen Flüssigkeiten zu einer Emulsion; in Alkohol lösen sie sie sich schwer, leicht dagegen in Aether, Schwefelkohlenstoff, Terpentinöl und anderen flüchtigen Oelen. Auf Papier oder Leinwand hinterlassen die meisten einen Fettfleck und unterscheiden sich hierdurch insbesondere von den ätherischen Oelen, welche, als vollkommen flüchtig, keinen Fleck hinterlassen. Es giebt jedoch auch fette Oele, welche an der Luft soweit eintrocknen, dass sie auf Papier keinen Fettfleck mehr hinterlassen; sie werden dann trocknende Oele genannt.

Wenn man die Fette auf 250—300° erhitzt, so beginnen sie zu verdampfen, zersetzen sich dabei jedoch theilweise oder ganz in leicht flüchtige Zersetzungsproducte (Acrolein, Allylalkohol, Wasser etc.) von höchst unangenehmem Geruch und in Kohle, welche in dem Destillationsgefäss zurückbleibt. Leitet man die Fette durch glühende Röhren, so zerfallen sie unter Abscheidung von Kohle fast vollständig in brennbare Gase: Sumpfgas, ölbildendes Gas, Acetylen, auch etwas Kohlenoxyd und Kohlensäure.

An der Luft nehmen die meisten Fette allmälig Sauerstoff auf, sie werden dabei dickflüssig und nehmen einen scharfen ranzigen Geruch an. Wird der Sauerstoff rasch absorbirt, so wird eine entsprechende Menge Wärme frei, und diese kann sich bis zur Entzündung steigern, besonders wenn man das Oel, indem man poröse Körper wie Wolle, Baumwolle etc. damit tränkt, fein vertheilt auf einer grossen Oberfläche der Luft darbietet. Vorzüglich da, wo grössere Massen solcher Stoffe aufeinandergehäuft werden, liegt die Gefahr der Selbstentzündung nahe, so in Türkischrothfärbereien, beim Aufeinanderhäufen von Fettlappen vom Schmieren der Maschinen etc.

Zusammensetzung der Fette. Die Fette müssen bezüglich ihrer chemischen Constitution als Säure-Aether des dreiatomigen Alkohols Glycerin $C^6H^5O^3, 3HO = \left.\begin{matrix}C^3H^5\\H^3\end{matrix}\right\}O^3$ aufgefasst werden. Ist nach der älteren Auffassung das Wasser des Glycerins durch Säurereste, nach der typischen Anschauungsweise der typische Wasserstoff durch Säureradicale vertreten, so entstehen die sogenannten Glyceride oder Fette. Demgemäss wird das Stearin-Fett z. B. geschrieben:

$$C^6H^5O^3, 3(C^{36}H^{35}O^3) \text{ oder } \left.\begin{matrix}C^3H^5\\(C^{18}H^{35}O)^3\end{matrix}\right\}O^3$$

und Stearinsäure-Glyceryd genannt, weil in demselben der Rest oder das Radical der Stearinsäure $C^{36}H^{35}O^3, HO = \left.\begin{matrix}C^{18}H^{35}O\\H\end{matrix}\right\}O$ enthalten ist.

Ebenso wie die Stearinsäure giebt es noch eine grosse Zahl von

Säuren, welche mit Glycerin Fette bilden und die auch in den natürlichen Fetten enthalten sind und deshalb Fettsäuren genannt werden. Die wichtigsten sind die folgenden:

Stearinsäure $C^{36}H^{35}O^{3}, HO = \left.\begin{matrix}C^{18}H^{35}\Theta\\H\end{matrix}\right\}\Theta$. Sie bildet in reinem Zustande eine weisse, feste krystallinische Masse, welche in kaltem und heissem Wasser vollkommen unlöslich, in Alkohol dagegen löslich ist; sie schmilzt bei 69,9° und bildet mit Basen Salze. Die stearinsauren Alkalien sind in Wasser löslich, werden aus dieser Lösung jedoch durch Zusatz von Kochsalz, von Chlorkalium und anderen leicht löslichen Salzen unlöslich ausgeschieden. Auf dieser Eigenschaft der stearinsauren Alkalien beruht die Ausscheidung der Seifen (stearinsaure Alkalien) aus den Seifenlaugen durch Kochsalz. Auch wenn man eine concentrirtere wässrige Lösung stearinsaurer Alkalien mit viel Wasser vermischt, tritt Trübung ein. Es scheidet sich eine nur wenig Alkali enthaltende Stearinsäure-Verbindung aus, das Alkali mit nur sehr wenig Stearinsäure bleibt in Lösung. Die stearinsauren Salze der alkalischen Erden (Kalk, Baryt, Strontian, Magnesia) sind in Wasser unlöslich, weshalb beim Versetzen einer Seifenlösung mit der Lösung eines Kalksalzes sich ein Niederschlag von fettsaurem Kalk bildet. Es ist dies die Ursache, weshalb hartes, also kalkreiches Wasser sich nicht zum Waschen mit Seife eignet. Auch die Salze der Stearinsäure mit den schweren Metallen sind unlöslich in Wasser. Die Stearinsäure ist Hauptbestandtheil der festen Fette.

Palmitinsäure $C^{32}H^{31}O^{3}, HO = \left.\begin{matrix}C^{16}H^{31}\Theta\\H\end{matrix}\right\}\Theta$. Diese Säure steht in Bezug auf ihre chemischen Eigenschaften der Stearinsäure sehr nahe. Auch sie ist bei gewöhnlicher Temperatur fest und krystallinisch, unlöslich in Wasser, löslich in Alkohol und bildet mit Basen theils lösliche, theils unlösliche Salze. Sie kommt fast in allen Fetten, doch in weit geringerer Menge als die Stearinsäure vor.

Die zwischen der Stearinsäure und der Palmitinsäure in der Mitte stehende Margarinsäure, welche früher als Bestandtheil der meisten Fette angenommen wurde, kommt darin nicht vor und ist erst in neuerer Zeit künstlich dargestellt worden.

Oelsäure $C^{36}H^{33}O^{3}, HO = \left.\begin{matrix}C^{18}H^{33}\Theta\\H\end{matrix}\right\}\Theta$. Die reine Oelsäure ist bei gewöhnlicher Temperatur flüssig, erstarrt bei + 4° und schmilzt dann erst bei + 14°. Sie ist unlöslich in Wasser, leicht löslich in Alkohol, Aether und Schwefelkohlenstoff. Während die fest gewordene Oelsäure an der Luft keine Veränderung erleidet, absorbirt die flüssige

leicht Sauerstoff und bildet verschiedene Oxydationsproducte. So veränderte Oelsäure bleibt selbst unter 0° noch flüssig und zeigt einen ranzigen Geruch und Geschmack. Bei der Destillation wird die Oelsäure zerlegt, es bilden sich verschiedene gasige Producte und Flüssigkeiten, während Kohle zurückbleibt. Unter den Flüssigkeiten findet sich auch die Sebacylsäure, welche unter den Destillationsproducten der übrigen Fette nicht enthalten ist.

Die Salpetersäure wirkt oxydirend auf die Oelsäure ein und giebt dabei einige weniger flüchtigen Producte: Korksäure, Pimelinsäure etc. und eine grosse Menge sehr flüchtiger Säuren: Essigsäure, Buttersäure, Baldriansäure, Capronsäure, Caprinsäure u. a. m.

Die ölsauren Salze verhalten sich den stearinsauren und palmitinsauren ähnlich, nur ist das ölsaure Kali weich, zieht stark Wasser an, ist in 2 bis 3 Thln. Wasser löslich, wird aber durch Wasser weniger leicht zerlegt als die stearinsauren und palmitinsauren Alkalien. Ebenso wie die letzteren Salze ist es unlöslich in Lösungen von Kochsalz, Chlorkalium und anderen Salzlösungen. Das ölsaure Natron ist etwas härter als das Kalisalz, weniger zerfliesslich und etwas schwerer löslich. Die übrigen ölsauren Salze sind in Wasser unlöslich, löslich in Weingeist und Oelen, in der Wärme schmelzbar. Das ölsaure Bleioxyd ist die Grundlage des gewöhnlichen Bleipflasters.

Durch Behandlung mit salpetriger Säure oder schwefliger Säure in der Kälte wird die Oelsäure fest, indem sie dabei in die isomere Elaidinsäure übergeht. Diese Säure krystallisirt aus Alkohol in glänzenden weissen Blättchen, hat ganz dieselbe Zusammensetzung wie die Oelsäure, schmilzt aber erst bei 45°.

Ausser den angeführten finden sich in den Fetten noch eine grosse Zahl von Säuren, welche meist in ein und dieselbe homologe Reihe wie die Stearinsäure gehören, sich von dieser also in ihrer Zusammensetzung nur durch $C^2H^2 = CH^2$ oder durch ein Multiplum davon unterscheiden. Sie bilden die Reihe der Fettsäuren, welche mit der Ameisensäure ($C^2H^2O^4 = CH^2O^2$) beginnt und mit der Melissinsäure ($C^{60}H^{60}O^4 = C^{30}H^{60}O^2$) endigt. Wenn auch nicht sämmtliche Glieder dieser Gruppe, so finden sich doch sehr viele derselben (Buttersäure, Baldriansäure, Capronsäure, Oenanthylsäure u. s. f.) in den verschiedenen Fettarten.

Verhalten der Fette gegen basische Substanzen. Werden die Fette mit starken Basen, mit Kali, Natron, Baryt, Kalk, Bleioxyd etc. bei Gegenwart von Wasser erhitzt, so tritt eine Zersetzung derselben ein, indem sich die Fettsäure des Fettes mit der Base zu einem fettsauren Salz vereinigt, während andererseits Glycerin ausgeschieden

wird. Man nennt diesen Process Verseifung oder Pflasterbildung, weil er sowohl bei der Bereitung der Seifen, als auch der Pflaster zur Anwendung kommt. Bei der Verseifung des Oelsäure-Glycerides oder Oleins z. B. mit Aetzkali verläuft der Process nach folgender Gleichung:

$$\underset{\text{Olein}}{C^6H\,O^3,\,3(C^{36}H^{33}O^3)} + 3KO,\,HO = \underset{\text{ölsaures Kali}}{3(C^{36}H^{33}O^3,\,KO)} + \underset{\text{Glycerin}}{C^6H^5O^3,\,3HO}$$

oder:

$$\left.\begin{matrix}C^3H^5\\(C^{18}H^{33}O)^3\end{matrix}\right\}O^3 + 3\left.\begin{matrix}K\\H\end{matrix}\right\}O = 3\left.\begin{matrix}C^{18}H^{33}O\\K\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}C^3H^5\\H^3\end{matrix}\right\}O^3.$$

In ganz analoger Weise verlaufen die Verseifungsprocesse bei den übrigen Fetten.

Die Fette erleiden bei Behandlung mit Schwefelsäure eine ganz ähnliche Zerlegung wie mit basischen Substanzen, sie zerfallen unter Aufnahme von Wasser in die betreffenden Fettsäuren und in Glycerin. Der Unterschied der Wirkung liegt hauptsächlich darin, dass im letzteren Fall keines der Zerlegungsproducte mit der Schwefelsäure verbunden bleibt, während beim gewöhnlichen Verseifungsprocess immer fettsaure Salze entstehen.

Endlich können die Fette auch noch durch erhitzten Wasserdampf allein in Glycerin und Fettsäuren zerlegt werden, ein Process, von welchem man in neuerer Zeit bei Fabrikation der Stearinsäure vielfach Gebrauch macht. Dabei zerfallen die Fette, z. B. das Stearinsäure-Glycerid oder Stearin, nach folgender Gleichung:

$$\underset{\text{Stearin}}{C^6H^5O^3,\,3(C^{36}H^{35}O^3)} + 6HO = \underset{\text{Stearinsäure}}{3(C^{36}H^{35}O^3,\,HO)} + \underset{\text{Glycerin}}{C^6H^5O^3,\,3HO}$$

oder:

$$\left.\begin{matrix}C^3H^5\\(C^{18}H^{35}O)^3\end{matrix}\right\}O^3 + 3H^2O = 3\left.\begin{matrix}C^{18}H^{35}O\\H\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}C^3H^5\\H^3\end{matrix}\right\}O^3.$$

Die wichtigsten in den Fetten sich findenden Glyceride sind die folgenden:

Das Stearin oder Stearinsäure-Glycerid:

$$C^6H^5O^3,\,3(C^{36}H^{35}O^3) = \left.\begin{matrix}C^3H^5\\(C^{18}H^{35}O)^3\end{matrix}\right\}O^3.$$

Dasselbe findet sich vorzüglich im Rinds- und Hammeltalg, überhaupt im Thiertalg. Es ist der schwer schmelzbare Bestandtheil dieser Fette, so dass die letzteren um so fester sind, je mehr sie von diesem Glycerid enthalten. In reinem Zustand erhält man es durch wiederholtes Behandeln von geschmolzenem Talg mit Aether, Auspressen des Rückstandes und mehrmaliges Umkrystallisiren aus Aether oder Terpentinöl. Das reine Stearin ist weiss, krystallinisch, unlöslich in

Wasser, schwerlöslich in heissem Alkohol, leichter löslich in Aether. Seinem Verhalten beim Schmelzen nach müssen zwei Modificationen des Stearins existiren, denn nach den Beobachtungen von HEINTZ schmilzt reines Stearin vorübergehend bei 55° und dauernd bei 71° C. Nach DUFFY giebt es sogar noch eine dritte bei 63° schmelzende Modification des Stearins.

Palmitin $C^6H^5O^3, 3(C^{32}H^{31}O^3) = \left.\begin{matrix} C^3H^5 \\ (C^{16}H^{31}O)^3 \end{matrix}\right\} O^3$. Dieses Glycerid findet sich ebenfalls in den meisten Fetten und wird aus dem Palmöl durch starkes Auspressen, mehrmaliges Behandeln des Rückstandes mit kochendem Alkohol und wiederholtes Umkrystallisiren des ungelösten Theils aus Aether rein erhalten. Dasselbe bildet eine weisse, krystallinische Masse, die sich nur schwer in kochendem Alkohol, leicht in Aether auflöst. Sein Schmelzpunkt liegt bei 60°, sein Erstarrungspunkt erst bei 46°.

Das Olein, $C^6H^5O^3, 3(C^{36}H^{33}O^3) = \left.\begin{matrix} C^3H^5 \\ (C^{18}H^{33}O)^3 \end{matrix}\right\} O^3$, ist der Hauptbestandtheil der flüssigen, nicht trocknenden Oele, findet sich aber auch in vielen festen Fetten des Thier- und Pflanzenreichs. Um es aus fetten Oelen abzuscheiden, werden diese mit concentrirter Kalilauge gelinde erwärmt, wobei nur Stearin etc., nicht aber das Olein verseift wird, welch' letzteres auf der alkalischen Flüssigkeit schwimmt und davon mechanisch geschieden werden kann. Es ist farblos, unter 0° noch flüssig, wird weniger leicht verseift als die übrigen Glyceride, oxydirt sich aber an der Luft weit rascher als diese letzteren.

Bei Behandlung des Oleins mit salpetriger Säure entsteht das Elaidin.

Sämmtliche Glyceryde können auch künstlich dargestellt werden.

3. Auslassen des Talgs.

Der Talg ist ein variables Gemisch von vorwiegend Stearin mit Palmitin und Olein. Derselbe ist bei 12—15° fest, doch verschieden hart je nach der Thierart, von der er erhalten wurde, je nach der Nahrung des Thiers und je nachdem er aus einem oder dem anderen Theil des Körpers gewonnen ist. Das Sommerfett ist weicher als Winterfett.

Die rohe Talgmasse, so wie sie unmittelbar aus dem Thier genommen wird, enthält die Fettsubstanz eingeschlossen in einem sehr dünnhäutigen Zellengewebe, welches aus Stickstoffverbindungen besteht. Bei dem frischen Knochenmark ist dies leicht zu erkennen, indem die einzelnen kugelförmigen Zellen leicht von einander zu trennen sind,

so dass sie dann unter dem Mikroskop deutlich unterschieden werden können.

Der rohe Talg ändert sich an der Luft bald in Folge der Zersetzung der feuchten Membranen und anderer leicht zerlegbarer Substanzen, die er beigemengt enthält. Man muss daher nach dem Schlachten des Thieres das Fett, besonders im Sommer, an kühlen luftigen Orten aufbewahren, oder es sogleich in geschwefelte Fässer bringen. Am besten ist es immer, den Talg so frisch als möglich auszulassen.

Auslassen des Talgs. Zuerst muss der rohe Talg, damit alle Zellen geöffnet sind und das Fett beim Schmelzen aus jeder einzelnen gleich ausfliessen kann, möglichst zerkleinert werden, was durch Zerschneiden oder Zerhacken vermittelst Messern ausgeführt wird. Je feiner die Masse zerschnitten ist, desto leichter lässt sich nachher das Fett ausschmelzen und desto weisser und reiner wird es erhalten. Im Grossen verwendet man zum Zerschneiden des Talgs am besten mechanische Schneidevorrichtungen.

Das zerkleinerte Fett kommt hierauf in kupferne oder messingne Kessel, welche auf freiem Feuer oder besser von Aussen mit Dampf erwärmt werden; die Masse wird unter fortwährendem Umrühren bei möglichst gelindem Feuer geschmolzen. Das Erhitzen bewirkt eine Contraction der häutigen Theile, während die Fetttheile sich ausdehnen und schmelzen, wobei die nicht zerschnittenen Zellwandungen gesprengt werden. Das flüssige Fett kann, sobald es sich abgeschieden hat, durch einen Hahn abgelassen werden. Man lässt es in geschmolzenem Zustand zugleich noch durch ein Sieb fliessen, um die häutigen Theile zurückzuhalten, und mischt ihm, so lange es flüssig ist, 4 bis 5 Tausendstel Alaun zu, wodurch die darin vertheilten Unreinigkeiten sich leichter und vollständiger abscheiden. Nach sechs- bis achtstündigem Stehen wird das nun klare Fett in konische, vorher mit Wasser getränkte Holzkübel gefüllt; hier erkaltet es, worauf es durch Umkehren der Formen, da es sich beim Erkalten stark zusammenzieht, leicht herausfällt.

Der Rückstand im Kessel, die Grieben, werden in durchlöcherten Schalen von Eisen unter einer Schraubenpresse stark ausgepresst, wobei reichlich aber nicht weisses Fett gewonnen wird; in der Pressschale bleibt ein fester Griebenkuchen, der als Dünger oder als Futter für Hunde verwendet wird. Die Grieben enthalten die thierischen Membranen des Fettgewebes, Muskeln, Bluttheile, kleine Knochen und was sonst dem rohen Talg anhing, und noch 10—15 pCt. Fett.

Behandlung des Talgs mit Säure. Darcet hat vorgeschlagen, beim Auslassen die Zersetzung der Häute und das Austreten des Fettes durch Zusatz von Schwefelsäure zu erleichtern. Im Grossen

wendet man kupferne Kessel von etwa 1200 Liter Inhalt an, die durch Dampf geheizt werden. Man bringt zuerst 50 Kilogramm des trüben wässrigen Säurerückstandes einer früheren Operation in den Kessel, dann vier Portionen gehacktes Fett, jede von 250 Kilogramm, darauf fügt man 150 Liter Wasser, welches mit 5 Kilogramm Schwefelsäure von 66° B. vermischt ist, hinzu. Man verschliesst nun den Kessel mit einem Deckel und erhitzt 2½ Stunden auf 105—110° C. Bei dieser Hitze wirkt die Schwefelsäure zersetzend und zum Theil lösend auf das Gewebe, so dass alles Fett mit Leichtigkeit ausschmilzt und kein fester Rückstand von Grieben bleibt. Nach der angegebenen Zeit wird das flüssige Fett abgelassen und mit 1½—2 Kilogramm Alaun, welcher in 20 Liter Wasser gelöst ist, gemengt. Die Masse bleibt in den Absatzkesseln noch 8—10 Stunden ruhig stehen, worauf das oben schwimmende klare Fett in Kübel abgefüllt wird.

Man erhält nach diesem Verfahren 83—85 pCt. ausgelassenen Talg, während das Auslassen ohne Säure nur 80—82 pCt. giebt. Im letzteren Fall erhält man aber zugleich 8—10 pCt. Grieben, welche sich zu 12—15 Francs pr. 100 Kilogramm verkaufen.

Der im Winter mit Säure ausgelassene Talg ist hart und weiss; im Sommer ziehen die Kerzenfabrikanten den ohne Säure ausgelassenen vor, weil dieser dann gleichförmiger ist, während der mit Säure im Sommer behandelte ein flüssiges Fett aussickern lässt. Es scheint, dass die Säure hier einen Theil des Oleins vom Stearin trennt, zum Theil auch freie Oelsäure bildet, welche Stoffe dann beim langsamen Erkalten in der heissen Jahreszeit sich getrennt ausscheiden.

Das Verfahren von Evrard in Douai besteht im Wesentlichen darin, das rohe Fett, sowie es von den Thieren erhalten wird, und ohne es zu zerkleinern und von Fleisch- und anderen Theilen zu befreien, mit einer verdünnten Lösung von Aetznatron zu behandeln. Dabei dringt die siedende Natronlauge in die Membranen ein, bläht sie auf und löst sie theilweise, so dass das geschmolzene Fett dann sehr leicht aus seinen Umhüllungen ausfliessen kann. Ausserdem werden bei dieser Behandlung gerade die so übelriechenden fetten Säuren gebunden und gelöst und man erhält nach einfachem Waschen ein weit weisseres und geruchloseres Fett als nach den anderen Methoden. Da man dabei die Temperatur von 100° nicht zu überschreiten braucht, läuft man auch nicht Gefahr, das Fett durch Ueberhitzung zu zersetzen.

Um 800 Kilogramm Talg pro Tag auszuschmelzen, werden in einer Etage nebeneinander 10 Cylinder aus Eisenblech von 1 Meter Durchmesser und 1 Meter 25 Centimeter Tiefe aufgestellt. Jeder Cylinder ist 17 Centimeter über dem Boden mit einem durchlöcherten

Doppelboden versehen, dessen Löcher 3 Millimeter Durchmesser haben. Vermittelst einer durchlöcherten Dampfschlange kann Dampf unter den Doppelboden geleitet werden. In jedes Gefäss werden 3 Hectoliter Natronlauge von 1,25° mit 400 Kilogramm Fett gebracht und durch einströmenden Dampf erhitzt. Um sämmtliche Fetttheile in die alkalische Flüssigkeit einzutauchen, legt man auf dieselben einen zweiten durchlöcherten Boden, welcher vermittelst dreier verticaler Stangen mit der Hand oder durch einfache Belastung niedergepresst wird.

In dem Maasse als die alkalische Flüssigkeit die Membranen durchdringt, blähen sich diese auf und werden theilweise gelöst, das Fett fliesst aus und steigt über den aufgepressten durchlöcherten Boden. Nachdem man etwa 3 Stunden gekocht hat, haben sich die beiden durchlöcherten Platten allmälig so weit genähert, dass sie sich fast berühren; die dazwischen befindlichen Griebenreste geben die letzten Fetttheile ab. Man stellt dann den Dampf ab und lässt die Aetzlauge durch einen unten angebrachten Ablasshahn ausfliessen. Sobald das Fett an dem Hahn steht, wird zugedreht und frisches Wasser zu dem in dem Gefäss befindlichen Fett gegeben. Man kocht noch einmal kurze Zeit auf, lässt dann klar absetzen uud zieht die wässrige Flüssigkeit ab.

Das in dem Kochgefäss restirende Fett wird hierauf in Cylinder aus Kupferblech von 75 Centimeter Durchmesser und 1 Meter Höhe, deren zwei zu jedem grösseren Kochgefäss gehören, geleitet. Diese zwanzig kupfernen Cylinder stehen in einem gemeinsamen Wasserbad.

Nach zwölfstündiger Ruhe zieht man den Talg vermittelst eines Hebers in kupferne Kühlgefässe und bringt ihn von hier in die Kübel, um ihm die verkäufliche Form zu ertheilen, oder man verarbeitet ihn direct auf Lichter.

Die alkalischen und wässrigen Flüssigkeiten werden in ein System von Eisenblechgefässen gegossen, welche nach Art der Florentiner Flaschen so mit einander in Verbindung stehen, dass die aus dem ersten nach dem zweiten Gefäss abfliessende Lauge von dem Boden des ersteren ausgeht und in den oberen Theil des folgenden läuft; ebenso vom zweiten in das dritte etc. Auf diese Weise sammelt sich das mitgerissene Fett auf der Oberfläche der Gefässe an, während unten jedesmal nur wässrige Lauge abfliesst.

Die abgelaufenen wässrigen Flüssigkeiten enthalten noch die riechenden Fettsäuren, welche durch das Natron gelöst worden waren. Man lässt sie in grosse Holzbottiche laufen und scheidet hier die Fettsäuren vermittelst verdünnter Schwefelsäure ab. Dieselben schwimmen an der Oberfläche und werden nach derselben Methode wie die Fettreste

in einem System von mehreren miteinander in Verbindung stehenden eisernen Gefässen (nach Art der Florentiner Flaschen) von der wässrigen Flüssigkeit getrennt. Die auf diese Weise noch gewonnenen übelriechenden und gefärbten Fettsäuren betragen etwa $\frac{1}{2}$ bis $1\frac{1}{2}$ pCt. von dem Gewicht des reinen Fetts und werden zur Fabrikation gewöhnlicher Seifen verwendet.

Zur Verhinderung des höchst penetranten widerlichen Geruchs, der beim Schmelzen der Fette immer auftritt, und wodurch die Arbeiter, sowie die Nachbarschaft im höchsten Grade molestirt werden, sind schon die verschiedensten Mittel vorgeschlagen worden. Unter diesen sind Schmelzkessel mit Deckel, von welchen aus die Gase in den Schornstein oder vorher zur Verbrennung in eine Feuerung geleitet werden, das Einzige, was sich vollkommen bewährt hat.

Fig. 143 versinnlicht den geschlossenen Apparat für Talgschmelzerei von H. Vohl. A ist der Kessel aus Gusseisen, innen mit Blei ausgeschlagen, welcher mit dem Siebboden d d versehen ist; a Ablasshahn für die wässrigen Flüssigkeiten, b Hahn zum Abziehen der Fette, p Feuerrost. B ist ein gusseiserner Aufsatz mit Thür T zum Einfüllen des Talgs, c Deckel, oben durch die Glimmerplatte S S geschlossen. An der Thür T befindet sich ebenfalls eine mittelst Glimmerplatte verschlossene Sehlucke. D ist ein Condensationskasten, in welchen die beim Schmelzen sich entwickelnden Gase und Dämpfe

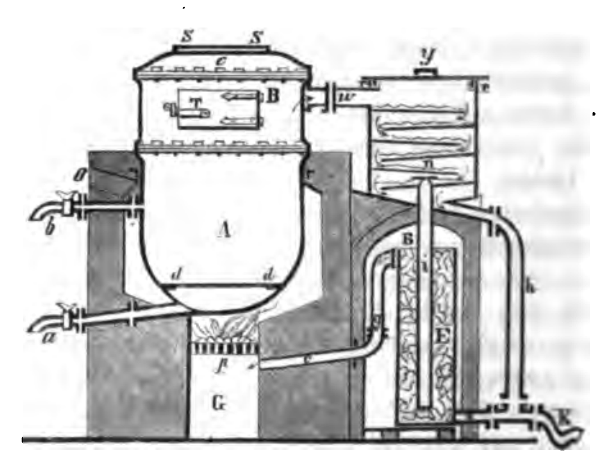


Fig. 143.

durch das Rohr w treten; y Deckel mit Sandverschluss bei r r; die im Innern von D befindlichen schiefliegenden Bühnen sind mit zerfallenem Kalk bestreut, welcher einen bedeutenden Theil übelriechender Stoffe zurükhält. Allenfalls sich verdichtende Flüssigkeiten fliessen

lurch h ab, während die Gase und Dämpfe durch i in den Condensator E ibziehen, welcher mit Kohlenstücken gefüllt ist, die mit Schwefelsäure ;etränkt sind. Die sich hier verdichtenden Flüssigkeiten werden durch ' nach K abgeführt, die Gase gehen durch g in den Kanal F und on da durch den Aschenfall G in die Feuerung. G ist mit einer isernen Thür verschlossen, durch welche ein kräftiger Luftzug her-;estellt werden kann, der alle Gase aus dem Apparat saugt und die-elben in die Feuerung leitet. Durch den Fuchs o ziehen die Feuer-'ase in die Esse.

In der Fabrik von Arlot & Comp. zu La Vilette wird das Fett ı birnförmigen aufrechtstehenden Kesseln über directer Feuerung ge-chmolzen. Das Mannloch zum Füllen und Entleeren des Kessels ist 'ährend des Schmelzens dicht verschlossen, dagegen dringen die Dämpfe urch eine andere Oeffnung in einen für die 16 Kessel der Fabrik ge-ieinsamen Kanal, in welchem sie, bevor sie in die Esse gelangen, ber den Rost eines Hülfsofens hinweggeleitet werden. Letzterer wird urch besondere Feuerung in glühendem Zustand erhalten, so dass die iase, ehe sie in den Schornstein gelangen, vollkommen verbrennen.

Es hat sich nicht bewährt, die Dämpfe direct in die Feuerungen 'r Kessel zu leiten, indem dabei der Zug dermassen verringert wird, ass das Feuer ganz verlöschen kann. Bessere Resultate werden erzielt, enn man die Dämpfe oberhalb der Feuerung an der heissesten Stelle 's Heerdes zuleitet.

Stein hat vorgeschlagen, die übelriechenden Dämpfe durch eine :hicht von Holzkohle und Kalkhydrat absorbiren zu lassen. Zu diesem weck bringt man über jedem Kessel einen Siebboden an, welcher –4 Zoll hoch mit dem Gemisch von Kohle und Kalk bedeckt wird. immtliche Gase, welche aus dem Kessel in die Luft entweichen wollen, üssen jene Schicht passiren und werden dabei desinficirt. Der Nach-eil des Verfahrens besteht darin, dass bei jeder neuen Beschickung r Deckel mit frischer Mischung versehen werden muss, auch muss r Kessel Einrichtungen (Doppelboden, Dampfheizung etc.) haben, : das Rühren während des Schmelzens entbehrlich machen.

4. Reinigung des Fischthrans.

Schon vor langer Zeit wurde von Payen constatirt, dass man den wöhnlichen Fischthran dadurch reinigen kann, dass man ihn in tiefen pfernen Kesseln im Wasserbad erwärmt und dann in denselben Ge-'sen sehr langsam auf eine Temperatur von 12 – 15° erkalten lässt. n dichteres, etwas festeres Fett setzt sich zu Boden, während sich rüber ein Oel abscheidet, das durch Decantation abgenommen wird.

Der Bodensatz wird mit anderen in einem ebenfalls tiefen Behälter vereinigt, woselbst nach einiger Zeit eine weitere Trennung in überschwimmendes Oel und dichteres Fett vor sich geht, welche beiden ebenfalls durch Decantation möglichst genau von einander getrennt werden.

Die weitere Reinigung der beiden Producte wird dann in folgender Weise ausgeführt: das festere Fett, etwa 5—10 pCt. des Ganzen, wird in einem Holzbottich durch frei einströmenden Dampf geschmolzen. Sobald die Flüssigkeit 100° warm ist, setzt man etwa 1—2 pCt. Salzsäure oder Weinsäure hinzu, rührt die Masse gut um und lässt wieder möglichst langsam erhalten, was durch Auflegen eines Deckels und Anbringen eines Mantels aus schlechten Wärmeleitern um den Bottich erreicht wird. Nach dem Erkalten nimmt man das nun weit fester und reiner gewordene Fett heraus; eine bedeutende Menge von Verunreinigungen ist durch die Säure theils gelöst, theils von ihr zerstört.

Das abgezogene flüssige Oel wird ebenfalls in Kessel gebracht und im Wasserbad auf 100° erhitzt, und unter heftigem Umrühren mit dem hundertsten Theil seines Volumens einer gesättigten Lösung von Aetzkali (= 45° B.) versetzt. Die gefärbten und übelriechenden Bestandtheile des Oels werden dabei durch das Kali verseift und das Oel wird hell und geruchlos.. Schliesslich wird es noch durch einen Beutel aus Wollstoff filtrirt. Der seifige Rückstand wird in Wasser gelöst und aus dieser Lösung fällt man die an das Kali gebundenen Fettsäuren wieder aus.

Beim Reinigen des Thranöls junger Thiere, welches viel dunkler gefärbt ist, nimmt man besser zwei Hundertstel vom Volumen des Oels an Kalilauge von 45° B.

5. Darstellung der Unschlittkerzen, Talglichter.

Die Darstellung der Talglichter ist sehr einfach. Sie besteht darin, das Fett zu schmelzen und zu formen.

Gegossene oder Form-Kerzen. Zum Schmelzen braucht man nur sehr geringe Wärme. Die Kerzenformen sind aus einer Legirung von 1 Thl. Zinn und 2 Thln. Blei angefertigt und verlaufen schwach konisch (siehe Fig. 149 S. 702). In der Achse jeder Form ist ein Docht von zusammengelegten Baumwollfäden befestigt, der oben im Trichter durch ein Querholz festgehalten wird, unten in der engen Oeffnung durch einen Pflock eingespannt ist. Der Pflock schliesst zugleich die Mündung. Die Formen werden in grösserer Zahl in Rahmen gehängt, worauf sie durch den oberen Trichter mit nicht zu heissem Talg gefüllt werden; man lässt sie dann erkalten, nimmt die Kerzen aus den Formen, schneidet das obere Ende, welches durch einen weiteren

richter gebildet wird, ab und packt sie in Pakete von bestimmtem ewicht, 6—12 Kerzen auf das Pund. Das Gewicht der Baumwolle eträgt etwa 1/100 von dem des Talgs.

Gezogene Kerzen oder Lichter. Zur Darstellung dieser erzen hängt man 15—20 Dochte auf einen dünnen Stock, den Lichtiess, und taucht so alle auf einmal in geschmolzenen Talg, der fast s zum Erstarren abgekühlt ist. Nach dem Herausziehen lässt man e erkalten, taucht sie dann von neuem ein, was so oft wiederholt ird, bis durch die einzelnen Fettschichten die Kerzen hinlänglich stark ıd und ein bestimmtes Gewicht haben. Die gezogenen Kerzen sind nischer als die Formlichter, oben bedeutend dünner als unten. Da wohlfeiler sind, werden sie hie und da noch vorgezogen.

6. Darstellung der Fettsäuren aus den Fetten.

Die Abscheidung der Fettsäuren aus den Fetten kann nach sehr rschiedenen Methoden zur Ausführung gelangen: 1. durch Verseifung ittelst Kalk und Zersetzung der dabei gebildeten Kalksalze durch uern, 2. durch Verseifung mittelst sehr wenig Kalk unter gleichitiger Anwendung von gespanntem Dampf, 3. durch Zersetzung mit hwefelsäure, 4. durch Anwendung von überhitztem Wasserdampf.

Als Rohmaterial zur Stearinsäurebereitung dient hauptsächlich nds- und Hammelstalg, neuerdings auch vielfach Palmöl. Die meiste arinsäure ist in dem Hammelstalg enthalten, da aber die anderen tte, insbesondere das Palmöl gewöhnlich viel billiger sind, finden se in neuerer Zeit mehr und mehr Anwendung.

Verseifung mittelst Kalk. Der zur Verseifung der Fette wendete Kalk muss möglichst rein sein und man nimmt desshalb en recht fetten Kalk von bester Qualität. Derselbe wird mit dem nfachen seines Gewichtes kalten Wassers gelöscht und durch ein es Eisendrahtsieb hindurchgeschlagen.

1000 Kilogramm Talg werden mit 1600 Kilogramm Wasser in e hölzerne, mit Blei ausgeschlagene, nach oben sich etwas erweinde Kufe von 4000 Liter Inhalt gebracht. Man erhitzt alsdann telst einströmenden Dampfs und setzt, sobald das Fett geschmolzen dünnen Kalkbrei, welcher 140 Kilogramm gebrannten Kalk entt, hinzu. Zur Erleichterung der Einwirkung des Kalks muss nun während entweder aus freier Hand oder mittelst mechanischer Vortungen gerührt werden. Es bildet sich dabei eine unlösliche harte lkseife, während das Wasser das abgeschiedene Glycerin gelöst entt. Nach 6—8stündigem Erhitzen ist alles Fett verseift, worauf die ssrige Füssigkeit abgelassen wird.

In manchen Fabriken wird die noch warme und in Folge dessen weiche Seife, um Zeit zu gewinnen, in denselben Kufen mit Schwefelsäure behandelt. In anderen Fabriken dagegen wird die erkaltete Seife gepulvert und gesiebt, und darauf in neue Kufen von derselben Form und Capacität wie die ersten gebracht und mit Schwefelsäure zersetzt. Als Schwefelsäure kann man entweder Kammersäure oder concentrirte Säure von 66 ° B. zur Anwendung bringen, jedenfalls muss sie vor dem Zusatz mit Wasser auf 25 ° B. verdünnt werden.

Wenn man annimmt, dass die Reaction ganz glatt verläuft, so braucht man zur Zersetzung der Kalkseifen auf die 140 Kilogramm angewandten Kalk 245 Kilogramm Schwefelsäure. Da jedoch die Zersetzung durch die theoretisch nothwendige Menge der Säure erst nach langer Zeit vollständig würde, nimmt man einen Ueberschuss derselben: auf 140 Kilogramm zur Verseifung gebrauchten Kalk 274 Kilogramm Schwefelsäure.

Zur Erhitzung der ganzen Masse wird directer Dampf eingeleitet und es ist dann die Zersetzung der Kalkseife unter Ausscheidung der Stearinsäure etc. und Bildung von schwefelsaurem Kalk nach ca. 3 Stunden beendigt. Auf dem Boden der Kufe setzt sich nach beendigter Einwirkung der schwefelsaure Kalk ab, darüber steht die noch saure wässrige Flüssigkeit, während die fetten Säuren als ölige Schicht obenaufschwimmen.

Hierauf wird zum Waschen der Fettsäuren geschritten. Zu diesem Zwecke zieht man sie durch Herausnehmen seitlich angebrachter Zapfen von der wässrigen Flüssigkeit ab und bringt sie nochmals in Kufen ähnlicher Form und Einrichtung wie die ersten, woselbst sie zur Entfernung der letzten Spuren des Kalks nochmals in der Wärme mit Schwefelsäure von 12 ° B. behandelt werden. Schliesslich wird noch einmal zur Entfernung der Schwefelsäure mit Wasser gewaschen. Alle diese Waschprocesse werden bei einer Temperatur von 100 ° ausgeführt.

Die Ausbeute an Fettsäuren schwankt natürlich je nach Art und Reinheit des angewandten Fettes. Nach R. Wagner erhält man aus 1000 Kilogramm Talg 944 Kilogramm fette Säuren und aus 100 Kilogramm dieser letzteren im Mittel ca. 46 Kilogramm feste Fettsäuren, also Stearinsäure und Palmitinsäure.

Krystallisation. Die gewaschenen Fettsäuren werden hierauf in Formen von Weissblech, die sich nach oben etwas erweitern und von etwa $3^1/_2$ Liter Inhalt gefüllt, woselbst sie nach dem Erkalten zu Kuchen erstarren. Letztere haben ein Gewicht von ca. 2 Kilo-

gramm und sind durch unreine Oelsäure gelblich gefärbt. Zur Entfernung der letzteren werden die Kuchen einer kalten und schliesslich warmen Pressung unterworfen.

Kaltes Pressen. Die Fettsäurekuchen werden in wollene Presstücher eingeschlagen und unter eine gewöhnliche hydraulische Presse gebracht. Dabei kommen abwechselnd ein Presspack- und ein Zinkblech auf einander zu liegen, bis der ganze Stoss unter der Presse etwa 1 Meter hoch geworden ist, worauf dann unter allmälig verstärktem Druck 5—6 Stunden lang gepresst wird. Der grösste Theil der Oelsäure wird schon bei dieser kalten Pressung entfernt, da aber die letzten Reste derselben auch durch sehr heftiges Pressen nicht ausgepresst werden können, werden die Presskuchen noch auf eine zweite auf etwa 40° erwärmte Presse gebracht.

Warmes Pressen. Man bedient sich hierzu horizontal liegender hydraulischer Pressen, in welchen die Presskuchen in Tüchern von Pferdehaaren zwischen erhitzten eisernen Platten ausgepresst werden. Meist findet man Pressen mit doppelwandigen Trögen in Anwendung, welche ebenso wie auch die durch gegliederte Röhren mit einander verbundenen Pressplatten mit Dampf geheizt werden.

Taf. XLIV, Fig. 1 ist eine solche horizontale Warmpresse im Aufriss abgebildet, bei welcher jedoch die Zahl der Platten h i das zwei- bis dreifache der dort gezeichneten, also 24 oder 36 betragen soll; a b ist ein Dampfrohr mit dem Hahn a, bei dessen Oeffnen Dampf aus einem Kessel in das Rohr a b dringt und sich von da in die Röhren c d e f und in den Hohlraum der Platten h i vertheilt. Gelenke bei c und f (Fig. 1 und 2) gestatten die Bewegung jeder einzelnen Platte. Die Dampfröhren c d e f können sich entsprechend der Bewegung der Pressplatten verlängern oder verkürzen, was durch die aus Fig. 2 zu ersehende Einrichtung möglich ist. Dort ist an dem Rohr c d ein Kolben befestigt, der sich in dem weiteren Rohr d e auf- und abwärts bewegen kann. Aus Fig. 3 ist die Einrichtung der Gelenke c und f zu ersehen, während Fig. 4 den Durchschnitt einer Pressplatte mit dem Dampfcanal h i zeigt. Fig. 5 sind zwei Pressplatten von der Seite zu sehen und zwischen denselben der in ein Tuch aus Pferdehaaren eingeschlagene Pressling mit den beiden Griffen j. Fig. 6 ist der Längsschnitt durch den Presskörper zu sehen; das Wasser tritt bei m ein und tritt durch die Wand des Presscylinders, welche, um dem sehr bedeutenden Druck von 8 bis 900,000 Kilogramm zu widerstehen, ca. 18—20 Centimeter dick sein muss. Durch eine zweite Oeffnung n communicirt der innere Wasserraum mit dem Ventil n (Fig. 1), an dessen Hebel das Gewicht o hängt und durch seinen Druck das Ventil verschliesst.

Die ausgepresste Oelsäure läuft durch den gemeinsamen Sammelkanal r r (Fig. 1 und 3) in das Reservoir s und wird von da in grosse gemeinsame Behälter gebracht, wo sich beim Erkalten in der Ruhe noch etwas feste Fettsäure ausscheidet, die durch kaltes Auspressen gewonnen und auf den Warmpressen einem neuen Presskuchen wieder zugesetzt wird.

Die festen Fettsäurekuchen werden nach dem warmen Pressen, um ihnen den letzten Rest von Kalk zu entnehmen, noch einmal raffinirt. Zu diesem Zweck behandelt man sie in grossen Kufen mit verdünnter Schwefelsäure von 3 ° B. in der Wärme, wascht die geschmolzene Masse wiederholt mit heissem Wasser aus und klärt schliesslich mit Eiweiss. Die auf diese Weise vollkommen gereinigte Stearinsäure wird dann zum Verkauf entweder in Kuchen- oder in Kerzenform gegossen.

Um die bedeutenden Massen von Schwefelsäure, welche bei der beschriebenen Bereitungsweise der Stearinsäure in Form von Gyps verloren gehen, wiederzugewinnen, wurde der Vorschlag gemacht, statt des Kalks Barythydrat oder Thonerde, letztere in Form von Natron-Aluminat, zur Verseifung des Talgs in Anwendung zu bringen. Dabei erhält man bei der darauf folgenden Zersetzung der Seifen Barytweiss resp. schwefelsaure Thonerde. Die beiden Methoden haben jedoch noch keinen Eingang gefunden, theils wegen der schweren Beschaffung grosser Massen von Baryt oder Thonerde-Natron, theils aber auch, weil neuerdings in den grossen Stearinfabriken nach wesentlich anderen Verfahren gearbeitet wird.

Verseifung mittelst sehr wenig Kalk unter gleichzeitiger Anwendung von gespanntem Dampf. De Milly hat gefunden, dass man die Zersetzung des Talgs ebenso vollständig bewirken kann, wenn man statt 14 nur 3 pCt. Kalk von dem Gewichte des Talgs anwendet, dabei aber die Temperatur durch gespannten Dampf in geschlossenen Kesseln auf 172 ° steigert, was einem Druck von 8 Atmosphären entspricht. In demselben Maasse wie die Kalkmenge verringert sich nachher natürlich auch der Verbrauch an Schwefelsäure und hierin liegt der Hauptvortheil dieses Verfahrens.

Die Erklärung dieses Verhaltens der Fette gegenüber einer geringen Menge von Kalk liegt darin, dass schon gespannte Wasserdämpfe allein, wie weiter oben (S. 679) ausführlicher beschrieben wurde, die Fette unter Aufnahme von Wasser in Glycerin und Fettsäuren zerlegen. Demnach hat auch die geringe Kalkmenge bei diesem Verfahren nur eine [untergeo]rdnete Wirkung, sie verhindert die Rückbildung von Glycerin [d]urch Einwirkung der beiden freigewordenen Substanzen, des [Glyceri]ns und der Fettsäure, aufeinander.

Der Apparat von DE MILLY besteht aus einem vertical stehenden Kessel aus starkem Kupferblech oder Eisenblech, das innen mit Blei ausgeschlagen ist. Höhe des Kessels ca. 2 Meter, Durchmesser 1 Meter. Durch ein enges Rohr kann der geschmolzene Talg aus einem Reservoir in den Kessel geleitet werden, während ein zweites Rohr zur Zuleitung des Dampfes dient. Ein drittes Rohr, welches im Innern bis auf den Boden des Kessels reicht, dient zum Entleeren, ein seitlich angebrachtes Mannloch zum Einbringen des Kalks. Ausserdem befindet sich an dem Kessel noch ein Thermometer, ein Manometer und ein Sicherheitsventil, auch muss er auf einen Druck von 10 Atmosphären geprüft sein.

Zuerst werden 2300 Kilogramm Talg zugeleitet, alsdann 2000 Kilogramm Kalkmilch (enthaltend 69 Kilogramm Kalk), die vorher durch einströmenden Dampf erhitzt sind, zugemischt, der Dampfhahn wird geöffnet, so dass der auf 10 Atmosphären gespannte Dampf einströmen kann. Derselbe tritt in dem unteren Theil des Kessels in die Flüssigkeit und bewirkt eine Spannung von ca. 8 Atmosphären, was einer Temperatur von 172°* entspricht. In 7 Stunden ist die Zersetzung des Talgs beendet, es wird dann der Dampfhahn geschlossen und die Temperatur während 30—40 Minuten auf 130° erniedrigt. Die wässrige Flüssigkeit mit dem darin gelösten Glycerin wird zuerst abgezogen und statt Wasser zu einer neuen Operation verwendet, um das Glycerin mehr und mehr zu concentriren, so dass es nachher zur Erlangung der nöthigen Stärke nicht mehr so stark eingedampft werden muss. Das Gemisch der Fettsäuren mit der Seife, welches oben schwimmt, wird abgezogen, und, nachdem sämmtliche wässrige Flüssigkeit abgelaufen ist, in einem mit Blei ausgeschlagenen Bottich mit Schwefelsäure in derselben Weise zersetzt, wie dies weiter oben für das ältere Verfahren beschrieben wurde. Nur wird hier, da die Hauptmasse aus schon freien Säuren und nur zum geringen Theil aus Kalkseife besteht, eine entsprechend geringere Quantität von Schwefelsäure zur Anwendung gebracht, für die 69 Kilogramm Kalk also nur ca. 133 Kilogramm Säure. Selbstverständlich ist es auch nicht nöthig die Seife, da sie in den flüssigen Fettsäuren fein vertheilt ist, zu zerkleinern. Alle

* Die mit verschiedenen Dampfspannungen correspondirenden Temperaturen sind bei:

5 Atmosphären	152°
6 „	160°
7 „	166°
8 „	172°
9 „	177°
10 „	182°.

übrigen mit den abgeschiedenen Fettsäuren vorzunehmenden Operationen des Waschens etc. sind dieselben wie bei dem alten Verfahren.

Zersetzung der Fette mit Schwefelsäure und nachherige Destillation der Fettsäuren. Nach den Beobachtungen von Fremy werden die Fette durch concentrirte Schwefelsäure unter Bildung von Glycerin-Schwefelsäure sowie von Sulfosäuren der Fettsäuren zerlegt. Diese Verbindungen werden durch Behandlung mit kochendem Wasser unter Freiwerden von Glycerin, Schwefelsäure und Fettsäuren zersetzt, wobei das Glycerin und die Schwefelsäure in die wässrige Lösung gehen, während die Fettsäuren sich unlöslich abscheiden. Auf dieses Verhalten der Fette ist ein neues Verfahren der Fettsäuren-Abscheidung basirt, welches sich, da die ausgeschiedenen Fettsäuren noch einer Destillation unterworfen werden, insbesondere auch eignet zur Verarbeitung von unreinen Fetten und Fettabfällen aus Küchen, Schlächtereien Tuchfabriken etc., sowie noch besonders des Palmöls.

Bei dem Verfahren von Gwyne, Wilson und Colby Jones findet man in den verschiedenen Fabriken bedeutende Unterschiede in Bezug auf die Stärke der anzuwendenden Schwefelsäure, sowie der Temperatur und der Länge der Einwirkung. Durchschnittlich nimmt man für Talg 12—16, für Fettabfälle 10—13, für Palmöl 8—9 pCt. concentrirte Schwefelsäure vom Gewicht des Fettes. Bringt man weniger Schwefelsäure zur Einwirkung, so muss die Temperatur gesteigert oder die Dauer der Wirkung verlängert werden, damit vollständige Zersetzung erfolgt.

Die anzuwendenden Fettabfälle müssen vor ihrer Verwendung einem besonderen Reinigungsprocess unterworfen werden.

Das vom Waschen der Schafwolle stammende Seifenwasser aus Wollspinnereien wird zur Ausscheidung des Fettes mit Schwefelsäure versetzt, die oben aufschwimmende Fettschicht mit flachen Löffeln abgehoben und im Wasserbade verschmolzen und zur Klärung gebracht. Das flüssige Oel, welches sich hierbei abscheidet, wird decantirt, der aus festen Fetten bestehende Bodensatz in Leinwandsäcke gefüllt und gepresst. Für den Fall, dass die Fettabfälle mit fremden Substanzen (Wollabfälle, Erde etc.) einen schmutzigen Niederschlag bilden, wird der letztere zur Entfernung des Wassers zunächst einer kalten Pressung unterworfen, schliesslich zur Gewinnung des Fetts längere Zeit warm gepresst. Das ausgelaufene Fett wird dann in der oben beschriebenen Weise weiter behandelt. Aus dem Pressrückstand kann man durch Vermischen mit kochendem Wasser und nochmaliges Pressen eine weitere Portion Fett gewinnen.

Die rohen Fettabfälle werden dann mit verdünnter Schwefelsäure in grossen mit Blei ausgeschlagenen Kufen unter Einleiten von Dampf umgeschmolzen, wodurch einige verunreinigende organische Substanzen gelöst und Seifenreste zersetzt werden. Die Trennung des Wassers von den rohen Fetten wird in Behältern von der Einrichtung der Florentiner Flaschen ausgeführt.

Nach dem Patent von BOGAERTS werden die Seifenwasser zur Wiedergewinnung des Fetts mit Salzsäure versetzt, die sich ausscheidenden Fettmassen abgepresst und das erhaltene Fett mittelst Dampf bis zum Siedepunkt erhitzt. Nach dem Abkühlen wird Salpetersäure zugesetzt.

Die Zersetzung der Fette mit Schwefelsäure wird in dem Kessel A, Fig. 144, aus starkem Kupferblech oder aus Eisen, das mit Blei ausgeschlagen ist, zur Ausführung gebracht. Der zur Erhitzung dienende Dampf wird durch D in den Mantel C geleitet, von welchem

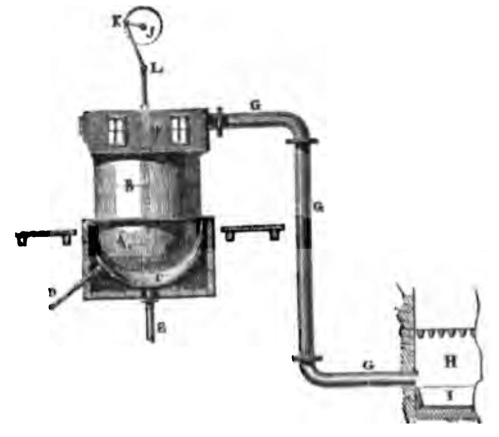


Fig. 144.

aus der überschüssige Dampf mit dem Condensationswasser durch E abgeht. Ueber dem Kessel erhebt sich ein mit Blei ausgeschlagener Aufsatz B aus Eisenblech, welcher mit einem Deckel F versehen ist. An letzterem befinden sich zwei Beobachtungsfenster sowie ein Mannloch G[1] zum Füllen des Apparates. G G G ist ein weites Rohr, welches über dem Gusseisenbecken I in den Aschenfall H mündet. Diese Einrichtung hat den Zweck, die aus dem Apparat entweichenden höchst übelriechenden Gase und Dämpfe, aus schwefliger Säure, mitgerissenen Fetttheilchen, Acrolein etc. bestehend, in der über H befindlichen Feuerung zu verbrennen. A L ist ein Rührer, welcher in einer durchlöcherten Scheibe A besteht, die vermittelst der Kurbel J L auf- und abwärts bewegt wird.

Wie schon oben erwähnt, wechselt die Menge der anzuwendenden Schwefelsäure bei den verschiedenen Fetten. Die Temperatur des Gemisches wird auf 110—115° gebracht, die Einwirkung 12—18 Stunden fortgesetzt.

Zur Beurtheilung des Endpunktes der Einwirkung wird von Zeit zu Zeit eine Probe herausgenommen und erkalten gelassen. Dieselbe muss zu einer festen Masse erstarren, auch muss die zu Anfang der Einwirkung auftretende violette Färbung wieder verschwunden sein.

Waschen der rohen Fettsäuren. Wenn die Zersetzung durch die Schwefelsäure hinreichend weit vorgeschritten ist, lässt man während 2—3 Stunden abkühlen und zieht dann vermittelst eines Hebers die ganze noch flüssige Masse in den grossen Behälter A, Fig. 145, welcher zur Hälfte mit Wasser gefüllt ist; durch das Dampfrohr d kann aus dem mit dem Dampfkessel in Verbindung stehenden Rohr G H Dampf

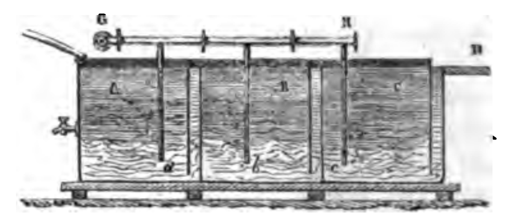


Fig. 145.

eingeleitet werden. Man bringt die Temperatur auf 100° und nun beginnt die Zersetzung der Sulfofettsäuren und der Glycerin-Schwefelsäure unter Abscheidung der freien Fettsäuren, von Glycerin und Schwefelsäure. Zur Fortsetzung des Processes wird die Flüssigkeit unter einer Scheidewand hindurch in einen zweiten Behälter B geleitet, in welchem die Temperatur durch den aus b ausströmenden Dampf ebenfalls auf 100° erhalten wird. Ganz denselben Zweck hat der dritte Behälter C, in welchen der Dampf durch c einströmt. Aus der letzten Abtheilung fliesst die Masse unter einer dritten Scheidewand hinweg in den Canal D und wird durch diesen in drei oder vier weitere Reservoire von ähnlicher Construction geleitet.

Bei der beschriebenen Einrichtung der Waschapparate bleiben die Fettsäuren, da sie oben schwimmen, in den einzelnen Abtheilungen zurück und nur die specifisch schwerere wässrige Flüssigkeit fliesst unter den Scheidewänden weiter.

Während der Einwirkung der Schwefelsäure und dem Waschen steigt der Schmelzpunkt der Fettmassen in folgender Weise:

	Schmelzpunkt		
	im normalen Zustand:	nach Behandlung mit Schwefelsäure:	nach Waschen bei 100°:
Knochenfett	24°	36°	33°
Palmöl	30°	68°	44°.

Die in dem ersten Behälter A angesammelten gewaschenen Fettsäuren werden durch den über dem Wasserniveau angebrachten Hahn a' abgezogen und in das allgemeine Reservoir geleitet, aus welchem die Destillirapparate gespeist werden. Die Fettsäuren des zweiten und dritten Recipienten, B und C, werden abgenommen und in den ersten zurückgegeben, um mit einer neuen Partie roher Masse gewaschen zu werden.

Nach jeder Waschoperation zeigt sich auf dem Boden des Reservoirs A ein Absatz von schwarzer Farbe und harziger Consistenz, dessen Menge etwa 4—10 pCt. des ursprünglichen Rohmaterials beträgt. Die Verwendung desselben ist weiter unten besprochen.

Statt Schwefelsäure wurde in neuerer Zeit auch das Chlorzink zur Zersetzung der Fette empfohlen. Dasselbe zersetzt die Fette bei 150—200° in ähnlicher Weise wie Schwefelsäure, hat sich jedoch in der Praxis nicht bewährt.

Das Verfahren von Knab unterscheidet sich von dem beschriebenen wesentlich dadurch, dass das vorher erhitzte Fett mit der ebenfalls schon heissen Säure gemischt und das Gemisch nach nur kurzer Zeit der Einwirkung in Wasser gegossen wird. Dabei geht die Zersetzung rascher vor sich und es bilden sich in Folge der kurzen Dauer der Einwirkung der Schwefelsäure nur ganz geringe Mengen von Zersetzungsproducten, so dass dem entsprechend auch die Ausbeute an Fettsäure bedeutend vermehrt wird.

Das Fett wird in einem Kessel auf 120° erhitzt und fliesst continuirlich, zu gleicher Zeit mit etwa 6 pCt. seines Gewichtes an concentrirter Schwefelsäure, in einen horizontal liegenden eisernen Cylinder, in welchem sich ein kräftiges Rührwerk befindet. Die Mischung fliesst mit einer solchen Geschwindigkeit durch diesen Apparat, dass sie, an dem einen Ende ein- an dem anderen ausfliessend, etwa 2 Minuten darin verweilt. Sie läuft alsdann in eine Kufe, die zu 3/4 mit kochendem Wasser angefüllt ist, wobei sich die Fettsäuren auf der Oberfläche sofort abscheiden. Dieselben sind in einem solchen Zustand von Reinheit, dass sie nicht destillirt zu werden brauchen, vielmehr werden sie nur auf die gewöhnliche Weise umgeschmolzen und zuerst kalt und warm gepresst.

In den meisten Fabriken erleidet dieses Verfahren von Knab eine

Abänderung in Bezug auf die anzuwendende Menge von Säure, welche zwischen 4 und 15 pCt. schwankt. Je weniger Säure zur Anwendung kommt, desto höher muss erhitzt werden.

Man soll mit diesem Verfahren von KNAB eine Ausbeute von 90—95 pCt. Fettsäuren vom Gewicht des angewandten Fettes erhalten, während das ältere Verfahren nach Versuchen von STASS nur 87 pCt. ergiebt.

Destillation. Da die Fettsäuren bei der Abscheidung mit Schwefelsäure durch beigemischte harzige Substanzen verunreinigt und schwarz gefärbt sind, müssen sie einer Destillation unterworfen werden. Die Temperatur, bei welcher die Destillation der Fettsäuren für sich allein möglich ist, liegt so hoch, dass man, um eine starke Zersetzung und Dunkelfärbung des Destillates zu vermeiden, mit gespanntem Wasserdampf destilliren muss. Mit Wasserdampf zusammen destilliren die Fettsäuren schon zwischen 170 und 230°; man geht jedoch in der Praxis höher.

Das Reservoir, in welchem sich die durch Schwefelsäure ausgeschiedenen Fettsäuren ansammeln, ist mit einem Mantel umgeben, in welchem Retourwasser circulirt und die Temperatur der darin befindlichen rohen Fettsäuren auf 45—50° erhält. Bei dieser gelinden Er-

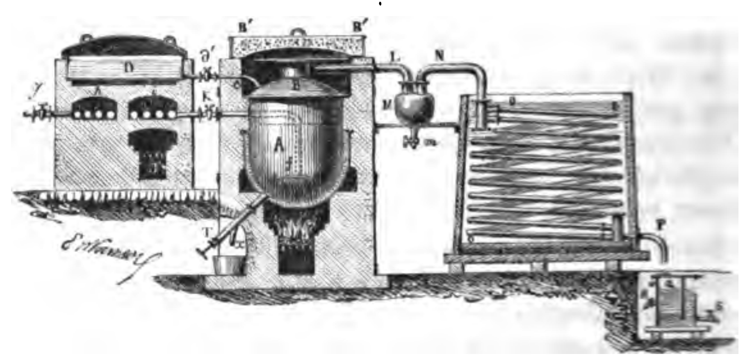


Fig. 146.

wärmung schlagen sich noch Reste von Wasser und einigen anderen Beimischungen nieder. Die hiernach geklärte Flüssigkeit wird in einer viereckigen flachen Pfanne D von 2 Meter Seitenlänge erhitzt; über der Pfanne befindet sich ein gewölbter Deckel, von welchem das sich verdichtende Wasser nach einer um die Pfanne herumlaufenden Rinne abfliesst und zugleich einen hydraulischen Verschluss bildet. Die Erhitzung wird durch die Feuergase bewirkt, welche aus dem Ofen J in die Feuerkanäle h und i ziehen. Hierselbst befinden sich auch je eine

Dampfschlange, in welche durch das mit dem Dampfkessel in Verbindung stehende Rohr g Dampf eingeleitet und auf 300° erhitzt werden kann. Dieser Dampf wird bei der Destillation durch Hahn K in die Destillirblase A geleitet.

Die Destillirblase A ist aus Kupferblech angefertigt, und hat einen Durchmesser von 1 Meter 40 Centimeter, eine Höhe von 1 Meter 80 Centimeter; der Deckel B ist luftdicht auf dieselbe aufgenietet. Die Fettsäuren werden vermittelst des Rohres e durch Oeffnen des Hahns d' eingelassen. Die Erhitzung der Blase geschieht mittelst eines bis etwa zu $^{2}/_{3}$ ihrer Höhe reichenden Sandbades aus Gusseisen, dessen mit Sand gefüllter Raum 3 Centimeter weit ist. In dem Deckel B befindet sich ein Mannloch, und über dem Ganzen zum Zusammenhalten der Wärme die Deckplatte B'B', welche aus Eisenblech zusammengesetzt und mit Asche gefüllt ist.

Sobald die Temperatur der Fettsäuren auf 250° gestiegen ist, was man vermittelst eines in der Blase befestigten Thermometers beobachten kann, wird der auf ca. 250—300° erhitzte Dampf durch Oeffnen des Hahns K eingeleitet. Das Dampfrohr endigt in einem Kranz f, aus welchem der Dampf durch eine grosse Zahl kleiner Oeffnungen unter starkem Druck in die flüssigen Fettsäuren gepresst wird.* Die Temperatur dieses Dampfes wird an einem neben Hahn K angebrachten Thermometer beobachtet. Durch die hindurchstreichenden warmen Wasserdämpfe werden die Fettsäuren mit verflüchtigt und gelangen durch das Entbindungsrohr L, durch das Zwischengefäss M und durch N in die doppelte Kühlschlange OO.

Das Gefäss M dient dazu, die zu Anfang des Destillation in Folge starker Schaumbildung mit übergerissenen unreinen Theile vermittelst des Hahns m ablassen und entfernen zu können.

Die in den Kühlschlangen OO verdichteten Fettsäuren fliessen durch die Röhre P in das nach Art der Florentiner Flaschen eingerichtete Gefäss Q. Hier schwimmen die leichteren Fettsäuren auf der Oberfläche des Wassers in der ersten Abtheilung, während das Wasser unter der Zwischenwand hindurch in die zweite Abtheilung dringt. Vermittelst des Hahns R werden desshalb die Fettsäuren, vermittelst S das Wasser abgezogen.

* De Milly destillirte zuletzt ohne den Dampf durch die Flüssigkeit zu pressen. Er erhitzte die Fettsäuren vermittelst Luftbades auf 180° und leitete den 150° heissen Wasserdampf nur auf die Oberfläche der Fettsäuren. Dabei sind zur Destillation von 3—4 Theilen Fettsäuren anstatt 16 Theilen nur 1—2 Theile Dampf nothwendig.

Je nach der Dauer der Destillation vom Anfang der ganzen Operation ab, sowie nach der Natur der verwandten Rohmaterialien zeigen die übergehenden Destillationsproducte verschiedene Zusammensetzung, wie aus folgender Zusammenstellung hervorgeht, in welcher die Schmelzpunkte der verschiedenen Producte angegeben sind.

	Küchen- und Knochenfett	Palmöl
1. Product . . .	40°	54,5°
2. „ . . .	41	52
3. „ . . .	41	48
4. „ . . .	42,5	46
5. „ . . .	44	44
6. „ . . .	45	41
7. „ . . .	41	39,5.

Die Menge von Fettsäuren, mit welcher die Blase beschickt wird, schwankt bei den angegebenen Dimensionen zwischen 950 und 1100 Kilogramm, die Operation dauert 12—15 Stunden. Es hinterbleibt bei jeder Destillation ein brauner theeriger Rückstand, welcher nach Oeffnen des Ventils T durch das Rohr X in das untergestellte Gefäss abfliesst. Hier erstarrt die zuerst flüssige Masse zu einem asphaltartigen Klumpen oder zu einem steifen Theer. Die Menge dieses Rückstandes beträgt bei Verarbeitung von Küchen- oder Knochenfett etwa 6—7 pCt.

100 Thle. Palmöl von butterartiger Consistenz liefern 75—80 Thle. destillirter Fettsäuren, welche 50—52 Thln. gepresster Masse entsprechen.

Continuirlicher Destillirapparat. Ein solcher ist Fig. 147 und 148 abgebildet. Er besteht aus dem horizontal liegenden Destillir-Cylinder B, welcher durch das Bleibad G G erhitzt wird. Ein gewöhnlich verschlossenes Mannloch erlaubt es in das Innere des Cylinders

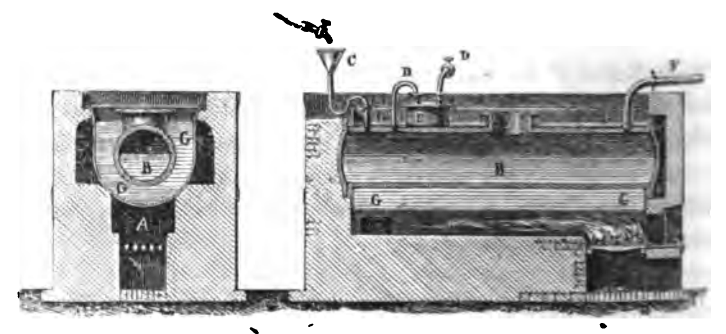


Fig. 148. Fig. 147.

zu gelangen. Die geschmolzenen Fettsäuren fliessen durch den Trichter C aus dem darüber befindlichen Hahn in einem dünnen Strahl con-

tinuirlich zu. Dieser Zufluss wird durch einen Schwimmer regulirt, welcher durch ein Gestänge mit dem Zuflusshahn in Verbindung steht und diesen verschliesst, wenn das Niveau im Cylinder B zu hoch steigt, dagegen wieder öffnet, wenn es sinkt. Sobald die Fettsäuren vermittelst des Bleibades auf 300° erhitzt sind, wird durch DD ein Dampfstrom eingeleitet, worauf die Fettsäuren mit dem Wasserdampf durch das Rohr F in den Kühlapparat entweichen. Das Zwischengefäss E dient zur Aufnahme des in der Röhrenleitung aus dem zuzuleitenden Dampf sich verdichtenden Wassers.

Auch hier wendet man neuerdings statt des blos 100° heissen gewöhnlichen Dampfes überhitzten 250° heissen Wasserdampf an und lässt wohl auch das Dampfrohr D in einem horizontal auf dem Boden von B liegenden, mit vielen kleinen Ausströmungsöffnungen versehenen Rohr unter den Fettsäuren endigen, so dass der Dampf durch die geschmolzene Masse in die Höhe steigen muss. Da sich nach 3—4 Tagen der Rückstand in grösserer Menge in B angesammelt hat, muss derselbe durch eine ähnliche Vorrichtung, wie sie bei Fig. 146 T zu sehen ist, abgezogen werden.

Taf. VIII, Fig. 3 und 4 ist der Destillirapparat von Poisat abgebildet. D ist der nach unten offene Destillir-Cylinder, welcher in dem Bleibad G erhitzt wird. Unter letzterem befindet sich die Feuerung B mit Aschenfall A und dem Feuercanal C, durch welchen die Feuergase unter dem Bleibade hinziehen, ehe sie in die Esse gelangen. Die Zuleitung der Fettsäuren geschieht durch den Trichter H, in welchem sich ein mit dem Schwimmer I in Verbindung stehendes Ventil befindet, durch das die Zuleitung je nach dem Stand des Niveaus in D regulirt wird. E ist das Dampfrohr, welches bei F in ein horizontales mit feinen Ausströmungsöffnungen versehenes Dampfrohr mündet. Die Wasserdämpfe entweichen mit den destillirenden Fettsäuren durch IKL in den Kühler M, aus welchem sich die verdichteten Flüssigkeiten in das Reservoir N ergiessen. Hier werden die Fettsäuren mittelst Hahn O abgezogen; das Wasser fliesst unten ab, während die nicht verdichtbaren Dämpfe durch ein aufgesetztes Rohr fortgeleitet werden.

Es sind auch Blasen construirt, in welchen die Fettsäuren ohne Anwendung eines Bades direct über der Feuerluft erhitzt werden, die aus dem Ofen zur Erhitzung des zur Destillation verwendeten Dampfes abzieht. Masse & Tribouillet zu Neuilly haben einen derartigen Apparat in ihrer Fabrik eingeführt.

Pressen und Reinigung der erhaltenen Fettsäuren. Die Producte des Destillation der Fettsäuren werden in Folge ihrer verschiedenen Reinheit und Güte getrennt aufgefangen. Die ersten zwischen

54,5 und 56° übergehenden Theile können direct zur Kerzenfabrication verwendet werden, während die zuletzt übergehenden Partien wegen ihres Gehaltes an flüssigen und gefärbten Säuren zuerst einer kalten, dann einer warmen Pressung unterworfen werden. Die erhaltenen Presskuchen werden in grossen Kufen mit Wasser umgeschmolzen, welches vorher zum Niederschlagen des Kalkes mit etwa ½ pro mille Oxalsäure versetzt und dann wieder geklärt worden war.

Die folgende Zusammenstellung giebt die Ausbeute, welche man aus den verschiedenen Rohfetten durch Zersetzung mit Schwefelsäure erhält.

Seifenwasserfett vom Waschen der Wolle von	Reims	50—55 pCt.
	Tourcoing	47—50 „
Dickes Olivenöl		55—60 „
Palmöl		75—80 „
Fett aus Schlächtereien		60—66 „
Oelsäure aus Stearinfabriken		25—30 „

Zersetzung der Fette mittelst überhitzter Wasserdämpfe. Nachdem Tilghmann gefunden hatte, dass die Fette durch überhitzten Wasserdampf allein schon zerlegt werden, wurde eine Reihe von Apparaten construirt, welche diese Thatsache für die Technik verwerthen sollten. Tilghmann selbst leitet ein durch energisches Rühren bereitetes Gemisch von Fett und Wasser durch ein auf 330—350° erhitztes Röhrensystem, in welchem die Umsetzung erfolgt. Die Flüssigkeit passirt darauf eine Kühlschlange, in welcher die zersetzte Masse auf 100° abgekühlt wird, und läuft von da in einen Behälter ab. Hier erfolgt die Trennung in die beiden Schichten, die wässrige und die fettige, welche dann von einander geschieden werden.

Wilson und Gwyne erhitzen das Fett in liegenden Retorten auf 290—315° und leiten durch die geschmolzene Masse 24—30 Stunden lang auf 315° erhitzten Wasserdampf hindurch. Die aus der Retorte entweichenden Dämpfe werden in einer Kühlschlange verdichtet. In England und Russland findet sich dieses Verfahren in Anwendung.

100 Pfund Talg sollen 66 Pfund Stearinsäure von dem Schmelzpunkt 56—57° liefern gegen 45—50 pCt., welche man bei dem ältern Verfahren erhält.

7. Herstellung der Stearinkerzen.

Der Docht zur Herstellung von Stearinkerzen wird meist aus Baumwollfäden, seltener aus Flachs- oder Hanffasern gedreht oder geflochten. In dem gedrehten Docht liegen die einzelnen Fäden

schraubenlinienartig nebeneinander, während in den geflochtenen Dochten die einzelnen Fäden zopfartig in einander verschlungen sind. CAMBACÈRES erfand die Methode, die Dochte dünn und so fest zu flechten, dass sie beim Brennen der Kerze durch die Spannung der Fäden sich nach aussen umbiegen, um am Saum der Flamme in dem Maasse zu verbrennen, als das Licht herunterbrennt. Man hat dabei nicht nöthig, das obere Dochtende, welches bei den älteren gedrehten Dochten in die Flamme hineinragt und diese durch Ansatz von Russ mehr und mehr verdunkelt, von Zeit zu Zeit abzuschneiden.

Um eine rasche und vollkommene Verbrennung zu bewirken, oder auch um ein Aufblähen des verkohlenden Dochtes zu verhindern, werden die Dochte meistens gebeizt. Zur Erreichung des ersteren Zweckes tränkt man die Dochte mit oxydirenden Stoffen, wie Salpeter, chlorsaurem Kali etc.; um dagegen ein Aufblähen des brennenden Dochtes zu verhindern, wird er mit Borsäure, Borax, Salmiak, phosphorsaurem, borsaurem Ammoniak etc. behandelt, Substanzen, welche mit der Asche zusammenschmelzen und seitlich von Zeit zu Zeit abfallen.

Es ist ferner wesentlich, dass die Dicke des Dochtes zu der Dicke der Kerze in dem richtigen Verhältniss steht. Ist der Docht zu dünn, so bildet sich um das abschmelzende Ende der Kerze herum ein ungeschmolzener hoher Rand und es sammelt sich zu viel ungeschmolzenes Fett an, ist er zu dick so bildet sich gar kein Rand und das schmelzende Fett läuft fortwährend ab.

Zum Giessen der Kerzen schmilzt man die Stearinsäure im Wasserbade und vermischt sie mit 1—5 pCt. Wachs oder mit Paraffin, welch letzteres bis zu 20 pCt. beigemischt wird. Früher wurde arsenige Säure als Zusatz gegeben, wegen ihrer giftigen Wirkungen ist man jedoch wieder davon abgegangen. Diese Zusätze haben den Zweck, der Stearinsäure ihre grobblättrig krystallinische Structur zu nehmen und dadurch die Kerzen weniger zerbrechlich und zarter zu machen; auch findet ein gleichmässigeres Abbrennen und ein geringeres Ablaufen der Kerzen statt. Vor dem Ausgiessen in die Formen lässt man die Stearinsäure so weit erkalten, dass sie trübe wird; dadurch wird ebenfalls ein krystallinisches Erstarren der geschmolzenen Masse verhindert.

Die Formen (Fig. 149, 150 und 151) sind ähnlich wie die zum Giessen der Unschlittkerzen gebräuchlichen, nur sind die Trichter A grösser; auch hat man in neuerer Zeit Formen, die für je 30 Kerzen einen gemeinsamen Trichter haben, wie aus Fig. 150 und 151 zu ersehen ist. In den oberen Theil jeder Form legt man eine kleine

durchbrochene Scheibe aa′ (Fig. 149) die in der Mitte ein Loch hat. Durch dieses letztere zieht man den Docht und schlägt das überstehende Ende, um ihn zu halten, in einen Knoten. In der unteren Spitze der

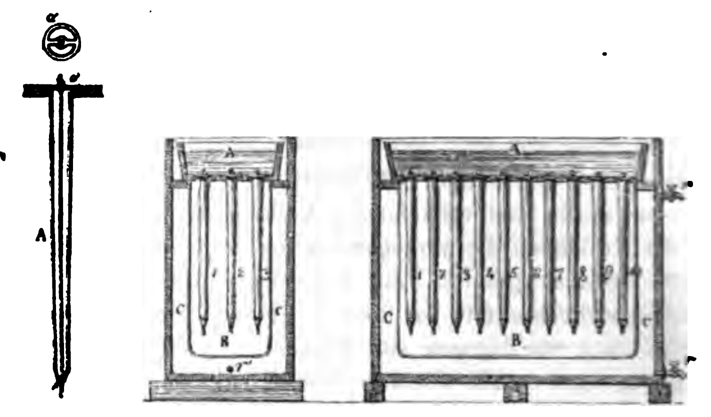


Fig. 149. Fig. 150. Fig. 151.

Form wird der Docht mittelst eines kleinen Pflockes eingespannt. Statt den Docht im oberen Ende der Form mittelst der durchbrochenen Scheibe festzuhalten, befestigt man ihn zweckmässiger vermittelst einer kleinen Klemme.

Vor dem Einziehen werden die Dochte mit den Lösungen getränkt, welche theils ein Aufblähen des Dochtes, theils ein rascheres Verbrennen desselben bewirken sollen. Gewöhnlich taucht man sie nur in eine Borsäurelösung ein.

Die mit den Dochten versehenen Formen stehen in einem eisernen Blechkasten, der von Aussen her durch Wasser oder Dampf bis gegen 100° erhitzt werden kann. Zu diesem Zweck sind eine grössere Zahl solcher Blechkasten in einer grossen Holzkufe luftdicht befestigt. Lässt man in den Zwischenraum CC Dampf einströmen, so erhitzen sich zunächst die einzelnen Blechkasten B und die Formen 1, 2, 3 .... stehen in einem ca 100° warmen Luftbade. Sobald sie 45° warm geworden sind, werden sie mit den Fettsäuren gefüllt. Der Hahn r dient zum Entweichen der Luft, r′ zum Ablassen des Condensationswassers.

Anstatt mit Dampf können die Formkasten auch in einem Wasserbad oder in einem durch heisse Röhren erhitzten Luftbade erwärmt werden.

Nach dem Erkalten der Formen nimmt man zuerst die Pflöcke aus der Spitze fort, bricht den Ausgusszapfen ab und schneidet die Kerze unterhalb der Scheibe aa ab. Die Abfälle werden sogleich mit etwas Weinsäure in einem mit Silber plattirten Kessel oder in Por-

llangefässen umgeschmolzen und beim nächsten Giessen wieder be-
tzt. Sollten die Kerzen an den Formen haften, so werden letztere
sserlich durch Uebergiessen von heissem Wasser erhitzt.

In neuerer Zeit sind in den Stearinkerzenfabriken allgemein Giess-
aschinen in Anwendung. Eine der gebräuchlichsten dieser letzteren
die Maschine von Cahouet und Morgane, welche Fig. 152 zeigt.

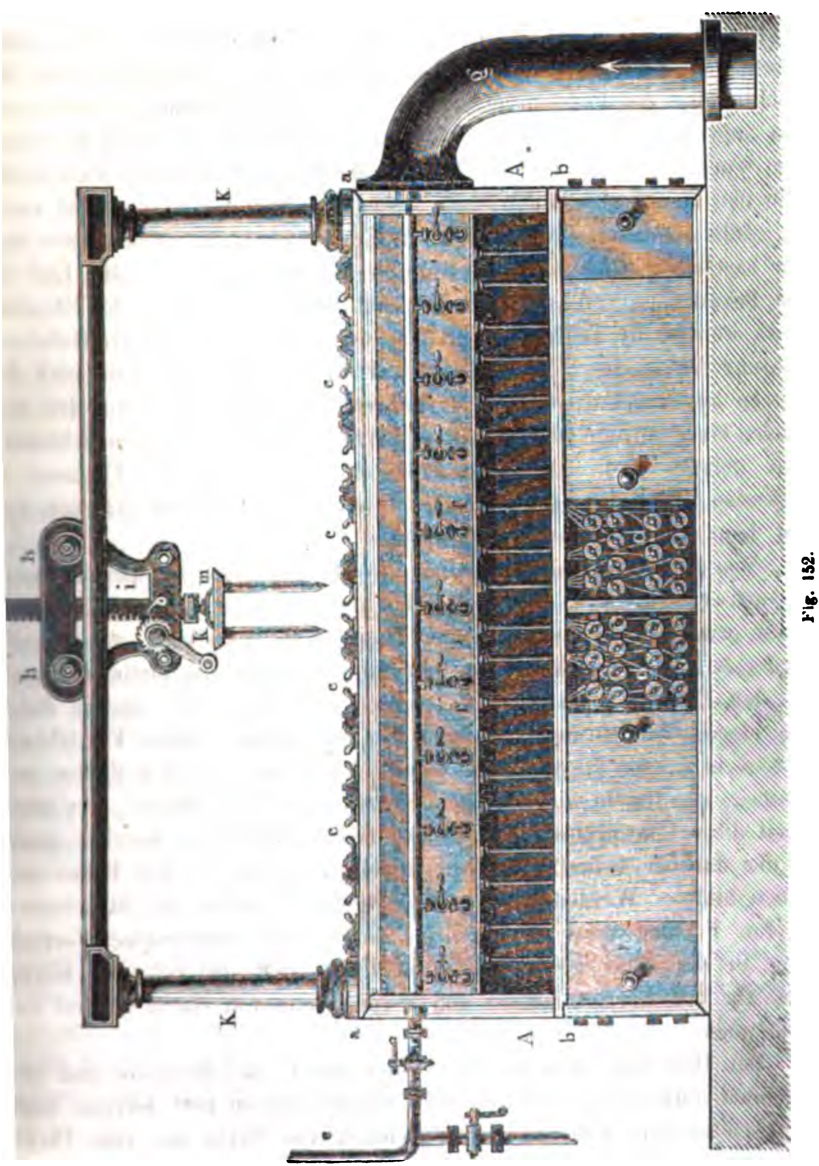


Fig. 152.

AA ist der Giesstisch für ca. 200 Kerzen, von welchen je 20 einen gemeinschaftlichen Eingiesstrichter haben. Die einzelnen Formen cc sind zwischen der Tischplatte aa und der Bodenplatte bb eingelassen. Im untersten Theil der Maschine befinden sich Spulen, von welchen die Dochte abgewickelt werden. Letztere werden oben über der Tischplatte aa durch zwei gegen einander gepresste Eisenschienen festgehalten, resp. vermittelst der auf dem Gerüste K ruhenden Hebevorrichtung hh, die durch die Kurbel n und die Zahnstange i in Bewegung gesetzt werden kann, in die Höhe gezogen. Beim Giessen werden die Dochte über den Formen vermittelst der eisernen Schienen festgeklemmt und angespannt, man öffnet die Hähne ff und lässt durch dieselben zum Vorwärmen der Formen Dampf aus dem gemeinsamen Dampfrohr e in den Formkasten einströmen. Nachdem letzterer hinreichend warm ist, stellt man den Dampf wieder ab und giesst die Stearinsäure ein. Zur rascheren Abkühlung wird durch den Ventilator g kalte Luft in den Formkasten geblasen. Nach vollständigem Erstarren der Stearinsäure werden die Dochte vermittelst der oben beschriebenen Hebevorrichtung hh in die Höhe gezogen und mit ihnen heben sich auch die Kerzen aus den Formen heraus, während gleichzeitig der für den folgenden Guss nöthige Docht nachgezogen und ebenfalls von einem Schienenpaar gefasst wird. Es bleibt dann, umdie Operation des Formens zu vollenden, nur noch übrig, den Docht über den letzteren Schienen und den Kopf der Kerzen abzuschneiden.

Von den vielen Giessmaschinen, welche existiren, sei hier nur noch die americanische Universallichtgiessmaschine von Francis Saase erwähnt. Die wesentlichen Theile sind dieselben, wie bei der vorher beschriebenen Maschine, nur werden dabei die fertigen Kerzen aus den Formen nicht an den Dochten herausgezogen, sondern durch eine eigene Vorrichtung von unten her geschoben. Diese Vorrichtung besteht in kurzen Blechröhren, welche den Docht von den Spulen aufnehmen, um ihn in die einzelnen Kerzenformen zu führen. Der obere Theil dieser Blechröhren besteht aus einem Zinnconus, welcher genau in die darüber befindliche Form hineinpasst und so den Boden derselben bildet. Werden nach vollständigem Erstarren der Stearinsäure in den Formen diese Blechröhren durch eine gemeinsame Vorrichtung in die Höhe gehoben, so schieben sich dadurch die Kerzen oben aus den Formen heraus und werden dann von einem Gestell aufgenommen.

Zur Bedienung der Maschine von Cahouet und Morgane sind zwei Personen nothwendig und in einer Stunde können 600 Kerzen damit gegossen werden, während vier Maschinen von Saase nur eine Person

zur Bedienung brauchen, wobei in einer Stunde 1200 Kerzen gegossen werden können.

Zum Bleichen der Kerzen werden sie einige Zeit der feuchten Luft und dem Lichte ausgesetzt, eine Operation, die jedoch ihrer Umständlichkeit wegen nicht immer vorgenommen wird.

Eine Maschine zum Abschneiden und Poliren der Kerzen ist Fig. 153 abgebildet. Die Kerzen werden alle in paralleler Lage in den Kasten A gelegt, von hier fallen sie eine nach der anderen in die

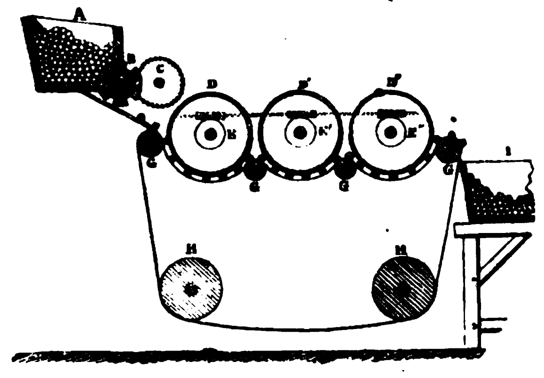


Fig. 153.

Rinnen der Walze B, welche sie unter die Kreissäge C bringt. Hier werden sie abgeschnitten und fallen dann auf ein Wollentuch ohne Ende. Dieses Tuch dreht sich über die kleinen Rollen G G G G und über die grossen Tambours H H. Die drei grossen Cylinder D D′ D″ sind auch mit Wollentuch überzogen und drehen sich erstens um ihre Achse in entgegengesetzter Richtung wie die Rollen G, zugleich aber auch bewegen sie sich in der Richtung ihrer Längenachse rasch hin und her. Indem nun die Kerzen so zwischen zwei Wollentüchern durchgehen, werden sie zugleich von den Walzen D der Länge nach gerieben und fallen dann gleich lang und glänzend in den Kasten I, worauf sie eingepackt werden.

8. Verschiedene Kerzensorten.

Gefärbte Kerzen. Die verschiedenen Farbstoffe werden dem Fett oder den Fettsäuren in dem Gefäss zugesetzt, in welchem dieselben vor dem Guss der Kerzen geschmolzen worden sind. Für Roth werden nach Vohl genommen: Zinnober, Mennige, Drachenblut und Alkannawurzel; für Rosenroth: Krapplack und Färbröthe; für Gelb: chromsaures Blei, Schwefelarsen, chromsaures Zink, Curcuma; für Grün:

Schweinfurter Grün, stearinsaures Kupfer, Grünspahn, Gemisch von Berliner Blau und Chromgelb; für Blau: Ultramarin.

Unter den genannten Farben befinden sich sehr viel schädliche Stoffe, wie Zinnober, Schwefelarsen, Schweinfurter Grün u. a., welche als Färbemittel für Kerzen entschieden vermieden werden sollten.

Stern- (Bougies d'étoile), Milly- und Apollokerzen sind Stearinkerzen, welche ihre Benennung nur nach dem Ort (Barrière d'étoile zu Paris, wo De Milly die erste Stearinkerzenfabrik begründete), oder dem Besitzer (De Milly, Apollo-Gesellschaft in Wien), erhalten haben.

Die Palmkerzen sind aus Palmöl bereitet.

Die englischen Compositkerzen sind ein Gemisch von Stearinsäure mit Cocosnussstearin; sie haben unter den Stearinkerzen den niedrigsten Schmelzpunkt.

Plattirte Talgkerzen. Dieselben werden nicht gegossen, sondern nach Art der Talglichter gezogen und zwar durch aufeinanderfolgendes Eintauchen in drei Mischungen von immer steigendem Stearinsäure- und mehr und mehr sinkendem Talggehalt, so dass also innen sich ein Kern von leicht schmelzbarer, aussen eine Schaale von schwer schmelzbarer Mischung befindet.

Zusammensetzung der drei Mischungen:

	1.	2.	3.
Stearinsäure	50	70	90
Talg	44	24	5
Damarrharz	1	1	—
Weisses Harz	2	—	—
Weisses Wachs	—	2	2
Campher	3	3	3

Eine andere Methode zur Herstellung plattirter Talgkerzen besteht darin, dass man Formen mit Stearinsäure füllt und nur so lange darin lässt, bis sich an den Wandungen eine Schaale von fester Stearinsäure gebildet hat. Giesst man dann den noch geschmolzenen Inhalt aus, so kann man den inneren leeren Raum mit Talg ausfüllen.

9. Verwendung der Rückstände.

Die braunen theerigen Retortenrückstände, welche bei der Destillation der mit Schwefelsäure ausgeschiedenen Fettsäuren hinterbleiben, können zur Bereitung von Leuchtgas verwendet werden, nachdem sie vorher mit siedendem Wasser gewaschen worden sind. Man mischt sie dazu nach Payen mit Sägespähnen, welche mit den Rückständen von der Reinigung und Filtration des Rapsöls imprägnirt sind.

Ohne Zweifel könnte der dicke Destillationsrückstand auch bei der Fabrikation gewöhnlicher Seifen, vielleicht auch zur Herstellung von Lederlacken verwendet werden.

Wenn man die getrockneten Rückstände mit Sägespähnen mischt und dann mit Schwefelkohlenstoff behandelt, so lassen sich noch beträchtliche Mengen von fetten Säuren ausziehen, welche durch eine Destillation bei 48—50° leicht von dem Schwefelkohlenstoff getrennt werden können. Die erhaltenen Fettsäuren lassen sich dann mit überhitztem Wasserdampf leicht destilliren.

Die flüssigen Oele, welche bei der kalten Pressung der rohen Fettsäuremasse erhalten werden und die im Wesentlichen aus Oelsäure bestehen, werden verwendet theils direct als Brennöl, theils zur Bereitung von Seifen. Es eignet sich hiezu hauptsächlich nur diejenige Oelsäure, welche beim Aufschliessen der Fette mit Kalk erhalten wird, weniger diejenige, welche beim Zersetzen mit Schwefelsäure abfällt.

10. Bestimmung des Paraffins in den Stearinkerzen.

Da in neuerer Zeit der Stearinsäure sehr häufig ein zu grosser Ueberschuss von Paraffin zugesetzt wird, ist es sehr wichtig, eine Methode zu haben, mittelst welcher diese beiden Substanzen in den Kerzen qualitativ und quantitativ bestimmt werden können.

Zur qualitativen Nachweisung von Stearinsäure in Paraffin hat R. Wagner eine Methode angegeben, die darin besteht, dass man die zu untersuchende Masse mit Alkohol löst, zum Kochen erhitzt und mit einer alkoholischen Lösung von neutralem essigsaurem Blei versetzt. Ist Stearinsäure zugegen, so entsteht ein flockiger Niederschlag, während reine Paraffinlösung keine Fällung giebt. Diese Methode bezieht sich jedoch auf einen Fall, der für die Praxis weniger Bedeutung hat, da es sich hier viel mehr um die Nachweisung des Paraffins in Stearin, als umgekehrt des Stearins im Paraffin handelt.

Zur qualitativen und quantitativen Bestimmung des Paraffins im Stearin giebt Hock (Wagner's Jahresber. 1871, S. 858) folgendes Verfahren an. 5 Gramm des zu untersuchenden Materials werden vermittelst warmer Kalilauge von mittlerer Concentration verseift; die gebildete Seife sammt noch concentrirtem Paraffin fällt man durch eine concentrirte Kochsalzlösung aus, filtrirt sie ab nnd wäscht das Gemisch mit kaltem Wasser oder ganz verdünntem Weingeist. Hiebei geht, nachdem das Kochsalz vollkommen ausgewaschen ist, die gebildete Natronseife in Lösung und das Paraffin bleibt auf dem Filter zurück. Man trocknet dann bei 30—40°, löst das Paraffin auf dem Filter mit Aether, filtrirt die Lösung in eine gewogene Porzellanschaale

und verdampft den Aether. Das Gewicht des Rückstandes giebt die Paraffinmenge in 5 Gramm des Materials an, die Differenz den Stearinsäuregehalt.

11. Wachskerzen.

Die verschiedenen Wachsarten, welche im Handel vorkommen, sind von verschiedener Abstammung, sind dem entsprechend auch von verschiedener Zusammensetzung und haben verschiedene physikalische und chemische Eigenschaften. Die wichtigsten Wachssorten sind die folgenden.

Bienenwachs. Dasselbe wird von der Pflanze gebildet, hier von den Bienen aufgenommen und in den Waben aufgespeichert, aus welchen es dann nach Entfernung des Honigs durch einfaches Ausschmelzen gewonnen werden kann. Je nach dem Ort seiner Gewinnung, sowie nach dem Alter der sammelnden Bienen ist es von verschiedenem Aussehen. Das inländische Wachs, insbesondere das von jungen Bienen ist hellgelb gefärbt, während die ausländischen Sorten meist dunkler gefärbt sind. Das Wachs ist in der Kälte spröde und von körnigem Bruch, bei 30° erweicht es und schmilzt bei 62—63°. In Aether, Schwefelkohlenstoff, Benzol, fetten Oelen und Fetten ist es leicht löslich, in Alkohol löst sich dagegen nur ein Theil desselben auf. Der in Alkohol lösliche Theil ist die Cerotinsäure

$$C^{54}H^{53}O^{3}, HO = \left.\begin{matrix} C^{27}H^{53}O \\ H \end{matrix}\right\} O,$$

früher Cerin genannt, mit etwas Palmitinsäure, der unlösliche Theil besteht im Wesentlichen aus Palmitinsäure-Miricyläther

$$C^{32}H^{31}O^{3}, C^{60}H^{61}O = \left.\begin{matrix} C^{16}H^{31}O \\ C^{30}H^{61} \end{matrix}\right\} O.$$

Als dritten Bestandtheil enthält das Wachs einige Procente einer noch nicht näher untersuchten Substanz. Die sämmtlichen in dem Wachs enthaltenen Stoffe variiren ihrer Menge nach ziemlich beträchtlich und es ist dadurch jeweils ein verschiedener Schmelzpunkt desselben bedingt.

Das beste europäische Bienenwachs kommt aus der Türkei und den Donauländern (Moldau, Wallachei, Ungarn etc.). Auch Norddeutschland liefert sehr gutes Wachs, während das süddeutsche sehr wenig geschätzt wird, ebenso wie das spanische und französische. Sehr gutes Wachs liefern ausserdem America, Kleinasien, Aegypten, Marokko und die Berberei.

Das chinesische Wachs, auch Pe-la-Wachs genannt, wird von Coccus ceriferus (Wachsschildlaus) aufgesammelt und auf bestimmten

Bäumen (rhus succedanea) abgelagert. Dasselbe ist von weisser Farbe, spröde, von krystallinischem Bruch und schmilzt bei 82°. Es ist in Weingeist löslich und besteht im Wesentlichen aus cerotinsaurem Cerotyläther $C^{54}H^{53}O^{3}$, $C^{54}H^{55}O = \left.\begin{matrix} C^{27}H^{53}O \\ C^{27}H^{55} \end{matrix}\right\} O$.

Japanesisches (auch americanisches) Wachs. Es bildet runde Scheiben, ist weich und brüchig, schmilzt schon bei 42° und löst sich in siedendem Alkohol. Es soll ein Glycerid (Palmitinsäure-Glycerid?) sein.

Carnauba- und Ocuba-Wachs kommen beide aus Brasilien. Ersteres bildet den Ueberzug der Blätter einer Palmart (Corypha cerifera) und zeichnet sich durch seinen hohen Schmelzpunkt (83,5°) aus, wesshalb es zur Erhöhung der Schmelzbarkeit leicht schmelzbaren Materialien zugesetzt wird. Letzteres stammt von der Nuss eines in der Provinz Para am Amazonenstrom vorkommenden Strauches; es ist grün gefärbt und schmilzt schon bei 36—48°.

Das Myrthenwachs wird in einigen nordamericanischen Südstaaten durch Auskochen der Früchte von Myrica cerifera gewonnen. Schmelzpunkt 46°.

Das Palmwachs findet sich auf der Rinde einer auf den Hoch-Cordilleren wachsenden Palme (Ceroxylon andicola) abgelagert. Man gewinnt es durch Abschaben und Auskochen der Rinde. Es schmilzt bei 83—86°.

Andaquies-Wachs. Dasselbe ist dem Bienenwachs am ähnlichsten und stammt von einem Insect, welches am Orinoco, Amazonen- und Magdalenenstrom vorkommt. Sein Schmelzpunkt liegt bei 77° und bietet es desshalb ein sehr gutes Kerzenmaterial.

Läutern des Wachses. Dieser Process hat zum Zweck die Entfernung der dem Wachse beigemischten mechanischen Verunreinigungen. Zu dem Ende wird es in heissem Wasser, dem man 1/4 Procent Alaun oder Weinstein, hie und da auch etwas Schwefelsäure zusetzt, unter Umrühren umgeschmolzen. Ueberlässt man die Masse nachher der Ruhe, so setzen sich die Verunreinigungen zu Boden, während das Wachs oben auf schwimmt, nach dem Erkalten abgenommen und entweder noch einmal umgeschmolzen oder direct zum Bleichen gebracht wird.

Das Bleichen des Wachses bildet eine umständliche und zeitraubende Operation, denn die sämmtlichen Methoden einer raschen künstlichen Bleichung sind noch unzureichend, so dass man immer noch auf das natürliche Bleichverfahren angewiesen ist.

Damit das Wachs der Luft eine grosse Oberfläche darbietet, wird es in dünne Bänder verwandelt. Man giesst es in geschmolzenem Zustande durch einen Kasten, dessen Boden mit feinen Schlitzen versehen ist, auf eine nass gehaltene Walze, worauf es sofort erstarrt, in Form von Bändern sich ablöst und in ein untergestelltes Gefäss mit Wasser fällt. Diese Wachsbänder werden auf Leinwandrahmen ausgebreitet und der Sonne ausgesetzt; täglich einmal begiesst man sie mit Wasser. Da hiebei jedoch nur die äusseren Schichten dem Bleichprocess unterliegen, schmilzt man zum Bleichen des inneren Kerns die Bänder noch einmal um und wiederholt die ganze Operation je nachdem ein- oder auch noch zweimal. In 20—40 Tagen, je nach der Witterung, ist das Wachs gebleicht und wird dann nur noch umgeschmolzen, durch ein Haarsieb gegossen und in die verkäuflichen Formen gebracht. Der Verlust bei dem beschriebenen Verfahren des Läuterns und Bleichens beträgt zwischen 2 und 10 pCt.

Zum künstlichen Bleichen des Wachses sind schon sehr viele Methoden vorgeschlagen worden, ohne dass dadurch bis jetzt das natürliche Verfahren hätte ersetzt werden können. Chlor, Chlorkalk etc. können als Bleichmittel nicht verwendet werden, weil sie zersetzend auf das Wachs einwirken. Die besten Resultate hat bis jetzt das Bleichen mit Ozon geliefert. Es wird in der Weise ausgeführt, dass man Wachs mit etwas Terpentinöl zusammenschmilzt, dann bändert und der Luft aussetzt. Hiebei bildet das Terpentinöl Ozon, welch letzteres in gewöhnlicher Weise durch Oxydation bleichend wirkt. Durch nachfolgendes Umschmelzen wird das Terpentinöl wieder entfernt. Die übrigen Vorschläge, das Behandeln mit chromsaurem oder übermangansaurem etc. Kali und Schwefelsäure liefern nur unzureichende Resultate.

Die Herstellung der Wachskerzen kann durch Angiessen, Ziehen, Giessen, Umwickeln des Dochtes oder durch Pressen geschehen.

Das Angiessen oder Anschütten der Kerzen wird in der Weise ausgeführt, dass man die Dochte an die Haken eines horizontal hängenden und drehbaren Ringes aufhängt und dieselben vermittelst eines Löffels von oben her mit geschmolzenem Wachs begiesst. Dasselbe läuft an dem Docht herunter und erstarrt. Damit aber die Lichter möglichst gleichmässig dick werden, dreht man nach dem ersten Angiessen den Docht um, begiesst ihn nun von Neuem in derselben Weise und fährt so fort, bis die Lichter die gewünschte Stärke haben. Häufig werden jedoch die Kerzen zur Ersparung von Zeit und Arbeit in einem

Male angegossen, wozu jedoch geübte Arbeiter nothwendig sind. Damit der Docht an dem später anzuzündenden Ende frei bleibt, wird er an der betreffenden Stelle in ein kleines Röhrchen von Weissblech gesteckt. Die zwischen wollenen Tüchern warm erhaltenen Kerzen werden dann noch gerollt. Zu dem Ende werden sie auf einen Tisch mit Marmorplatte (Rolltisch) gelegt und durch Auflegen, Aufdrücken und Bewegen eines glatten Brettes glatt gerollt. Häufig werden sie dann noch einmal an der Luft oberflächlich gebleicht.

Das Ziehen wird hauptsächlich bei Herstellung der Wachsstöcke und Christbaumlichter verwendet, wobei man dem Wachs jedoch fast immer einen Zusatz von Fichtenharz und Terpentin, auch von Talg giebt. Der Docht ist auf einer Walze aufgewickelt und wird von dieser aus durch das in einem kupfernen heizbaren Kessel befindliche geschmolzene Wachs hindurchgeführt, tritt aus demselben durch das engste Loch eines mit verschiedenen grossen Löchern versehenen hufeisenförmigen Zieheisens und wird auf einer andererseits aufgestellten Walze aufgerollt. Von hier tritt dann der Docht wieder zurück in das Wachsbad und geht durch ein weiteres Loch des Zieheisens wieder auf die erste Walze zurück. Diese Operation wird so oft wiederholt, bis die Lichter die gewünschte Dicke haben.

Das Giessen der Wachskerzen, welches ebenso ausgeführt wird, wie das Giessen der Talg- und Stearinkerzen (S. 700—705), ist mit dem Uebelstand behaftet, dass das Wachs stark schwindet, in Folge dessen sich leicht hohle Stellen an dem Docht bilden und dass es sehr fest an den Giessformen haftet. Durch Anwendung von mit Wachs getränkten Dochten und von gläsernen Formen wird diesen Uebelständen bis zu einem gewissen Grad gesteuert.

Die Methode des Umwickelns des Dochtes mit Wachsband wird bei Herstellung der grossen Altarkerzen noch allgemein angewendet. Das weiche Wachs wird in lange Streifen geformt, der Docht der Länge nach darauf gelegt, das Wachs um den Docht gewickelt und dann auf dem Tisch so lange gerollt, bis die Kerze Cylinderform hat. Nach einer anderen Methode rollt man zuerst einen Cylinder, drückt dann eine Schiene bis in die Mitte des Wachscylinders, legt den Docht in die entstandene Vertiefung, füllt mit Wachs nach und rollt die Kerze nochmals.

Wachskerzenpresse von Gebr. Riess. Dieselbe ist Fig. 154 (nach Wagner's Jahresber. 1870, S. 696) abgebildet. T gebogenes Rohr zum Einführen des Dochtes, L Rohr zum Zuleiten des Dampfes in den den Presscylinder umgebenden Mantel J, M Rohr zum Abfliessen

des Condensationswassers, J, eigentliche Form. Das knetbare Wachs wird von der Seite her in den Pressraum H gegeben, hier durch den umgebenden Dampf warm erhalten und vermittelst eines Kolbens durch das conische Ende des Pressraums in die Form J, hineingepresst. Zu gleicher Zeit mit dem Wachs tritt der Docht aus T in J, wird von ersterem concentrisch umschlossen, tritt als stark gepresster Kerzenstrang aus und gelangt über eine Leitrolle hinweg zur Abkühlung in kaltes Wasser. Zur Herstellung verschieden starker Kerzen können verschieden weite Formmundstücke J, angeschraubt werden. Dieser Apparat eignet sich besonders auch zur Herstellung von Wachsstöcken und soll das ältere oben beschriebene Verfahren an Production um das vier- bis sechsfache übertreffen.

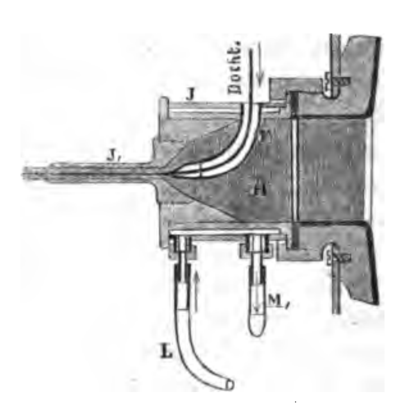


Fig. 154.

Zum Färben der Wachskerzen, Wachsstöcke etc. bedient man sich derselben Farben, wie zur Herstellung gefärbter Stearinkerzen (S. 707).

Verfälschungen des Wachses werden mit billigeren Materialien wie Fichtenharz, Paraffin, Talg, Stearinsäure, japanesischem Wachs etc. ausgeführt. Zur Nachweisung des Paraffins im Wachs hat Landolt eine Methode angegeben, die auf der Zersetzung des Wachses und der Beständigkeit des Paraffins beim Behandeln mit rauchender Schwefelsäure beruht, die aber nur grössere Massen beigemischten Paraffins qualitativ erkennen lässt. Donath schlägt folgendes Verfahren zur Nachweisung der verschiedenen Verfälschungen vor. Ein nussgrosses Stück des zu untersuchenden Wachses wird fünf Minuten lang mit einer concentrirten Lösung von kohlensaurem Natron gekocht. Dabei entsteht entweder A) eine Emulsion, die auch nach dem Erkalten bleibt, und alsdann ist das Wachs mit Fichtenharz, Talg, Stearinsäure oder japanesischem Wachs verfälscht, oder B) das Wachs schwimmt beim Erkalten vollständig als Fettschicht auf der Flüssigkeit und diese hat sich nur etwas gelblich gefärbt, alsdann ist das Wachs rein und kann nur mit Paraffin verfälscht sein. Um für den Fall einer entstandenen Emulsion (A) die verschiedenen Stoffe noch näher zu constatiren, kocht man das fragliche Wachs einige Minuten lang mit mässig concentrirter Kalilauge und setzt dann Kochsalz zu. Erfolgt a) eine ganz grossflockige Ausscheidung der gebildeten Seife, so können mit Ausnahme

des japanesischen Wachses alle unter A genannten Stoffe vorhanden sein; erfolgt aber b) die Ausscheidung eines feinkörnigen Magmas, so ist japanesisches Wachs zugeben. Will man in dem unter B) ausgeschiedenen Wachs noch das Paraffin nachweisen, so geschieht dies am besten nach R. WAGNER durch Bestimmen des specifischen Gewichtes. Ist das letztere geringer als 0,960, so muss, da durch die vorhergehende Behandlung mit Sodalösung alle übrigen Verfälschungen ausgeschlossen sind, eine Verfälschung mit Paraffin angenommen werden und zwar lässt sich aus dem specifischen Gewicht eines solchen Wachses sogar ein Schluss auf die Menge des Paraffins ziehen. R. WAGNER hat dafür eine Tabelle aufgestellt (Näheres Wagners Jahresber. 1867, S. 713 und ibid. 1872, S. 839).

12. Wallrathkerzen.

Der Wallrath, Spermateci, findet sich in eigenen Knochenhöhlen im Kopfe des Pottfisches, sowie unter der Haut vom Kopf bis zum Schwanz, im Fleisch und Speck desselben. Der feste Wallrath findet sich dabei jedoch durch die thierische Wärme gelöst in dem Wallrathöl und scheidet sich aus dem letzteren erst nach dem Tod des Thieres und dem Erkalten des Oels in fester Form aus. Der abgeschiedene rohe Wallrath wird durch Pressen möglichst von dem Oel befreit, dann aber zur weiteren Reinigung mit Natron- oder Kalilauge gekocht, wodurch der Rest des Oeles verseift wird. Die nun wasserklar gewordene Flüssigkeit erstarrt dann beim Erkalten und bildet den gereinigten Wallrath. Ein Pottfisch soll bis zu 100 Centner Wallrathöl und 30—40 Centner festen Wallrath liefern.

Der gereinigte Wallrath ist weiss, von blättrig-krystallinischem Bruch, perlmutterglänzend und fühlt sich fettig an; er schmilzt bei 48° und destillirt bei 360° fast unzersetzt über. In Alkohol ist er löslich und besteht seiner chemischen Zusamensetzung nach im Wesentlichen aus Palmitinsäure-Cetyläther

$$C^{32}H^{31}O^{3}, C^{32}H^{33}O = \left.\begin{matrix} C^{16}H^{31}O \\ C^{16}H^{33} \end{matrix}\right\} O,$$

enthält aber auch noch geringe Mengen anderer Fettsäure-Aether mit hohem Kohlenstoffgehalt.

Giessen der Wallrathkerzen. Diese Operation wird ebenso ausgeführt, wie das Giessen der Stearinkerzen, nur dass man die Masse etwas heisser giesst, auch muss man durch Nachgiessen die durch starkes Schwinden entstehenden Hohlräume um den Docht ausfüllen. Die erkalteten Kerzen werden aus den Formen genommen, beschnitten

und durch Reiben mit der Hand polirt. Um dem Wallrath das zu starke krystallinische Gefüge zu nehmen, versetzt man ihn vor dem Giessen praktischerweise mit etwa 3 pCt. Wachs oder Stearinsäure.

Die aus dem Wallrath bereiteten Kerzen sind zwar sehr theuer, zeichnen sich aber vor allen anderen Kerzen durch ihre blendendweisse Farbe und helldurchschimmernde, alabasterartige Beschaffenheit aus, wesshalb sie, namentlich in England, in grosser Masse als Luxuskerzen verwendet werden.

Paraffin und Mineralöle.

1. Geschichtliches. — 2. Vorkommen, Zusammensetzung und Eigenschaften der theerhaltigen Braunkohle. — 3. Zusammensetzung und Eigenschaften des Paraffines und Solaröles. — 4. Darstellung des Theers. — 5. Rectification und Krystallisation, Reinigung des Rohparaffins und der Oele. — 6. Anwendung der Producte. — 7. Nebenproducte und Rückstände; ihre Bereitung und Anwendung. — 8. Darstellung von Paraffin und Solaröl aus den Boghead- und Cannel-Kohlen. — 9. Das amerikanische Petroleum. — 10. Das galizische Petroleum und der Ozokerit. — 11. Anderweitige natürliche Vorkommen von Paraffinen und Mineralölen.

1. Geschichtliches.

Die erste Anregung zur Herstellung von Leuchtstoffen aus Fossilien wurde mit der Entdeckung des Paraffins durch Reichenbach im Jahre 1830 gegeben; derselbe stellte aus dem Buchenholztheere einen weissen geruch- und geschmacklosen, durchscheinenden Körper dar, der mit weisser Flamme ohne Russentwickelung brannte und sich durch seine grosse Beständigkeit, die weder die meisten chemischen Agentien, noch anhaltende Siedehitze vernichten konnten, auszeichnete. Dieser letzteren Eigenschaft wegen wurde der Körper von seinem Entdecker Paraffin, von „parum affinis, mit wenig Affinität begabt“ abgeleitet, genannt. Die geringe Menge jedoch, die von diesem Körper in dem Holztheere enthalten, liess die fabrikmässige Darstellung nach der Reichenbach'schen Methode nicht nutzbringend erscheinen und erst 20 Jahre nachher, im Jahre 1850 gelang es James Young in England, das Paraffin aus den Cannel-, Parrot- und Bogheadkohlen in grösseren Mengen zu erzeugen, womit er den Grundstein zur jetzigen Fabrikation der Leuchtstoffe aus bituminösen Stoffen legte.

Das erste brennbare Mineralöl wurde ebenso zunächst nur als Präparat von dem Franzosen Seligue in Autun aus bituminösem Schiefer gewonnen und im Jahre 1839 in Paris ausgestellt. 1845 machte man zuerst in England im Grossen leichtes Theeröl oder Naphta; am Ende der vierziger Jahre producirte man in Irland aus Torf Paraffin und Mineralöl, und 1847 wurde ein aus den schottischen Bogheadkohlen fabricirtes mineralisches Oel unter dem Namen Hydrocarbür in den Handel gebracht, konnte jedoch seines penetranten Geruches halber keinen irgend-

wie bedeutenden Absatz erlangen. — Der ersten Paraffinfabrik, die YOUNG in England angelegt hatte, folgte in demselben Jahre eine am Rhein, wo man unter der Leitung von WAGEMANN in der Augustenhütte in Bruel bei Bonn die bituminösen Blätterkohlen des Siebengebirges zu Leuchtstoffen verarbeitete; bald darauf wurden in Deutschland ähnliche Fabriken bei Ludwigshafen und Neuwied eröffnet. WAGEMANN führte zuerst die Namen Photogen und Solaröl für die Mineralöle ein.

Doch die meisten der Rohstoffe, die man bis in die Mitte der fünfziger Jahre zur Fabrikation von Leuchtstoffen verwendet hatte, waren nicht im Stande, eine bedeutsame umfangreiche Industrie in's Leben zu rufen; denn theils war die Ausbeute an fertigen Producten zu gering, theils hatten die fabricirten Oele ein zu hohes specifisches Gewicht, um erfolgreich mit dem bis dahin zur Beleuchtung allgemein benutzten Rüböle concurriren zu können. Um diese Zeit trat die Braunkohle als brauchbares Rohmaterial für den jungen Fabrikationszweig auf. Man fand in der sächsischen Braunkohle Varietäten, die bei der trockenen Destillation und Reinigung des Destillates Paraffin und brennbare Oele in reichlicher Menge lieferten. Schnell entwickelte sich nun, auf die neue Beobachtung gestützt, die sächsisch-thüringische Braunkohlenmineralölindustrie. Es wurden in der Provinz Sachsen in der zweiten Hälfte der fünfziger Jahre zahlreiche Theerbereitungsanstalten und Raffinerien angelegt, und bereits im Jahre 1861 fabricirte man in der Provinz 15000 Ctr. Paraffin und 64000 Ctr. Solaröl. Eine weitere bedeutende Ausdehnung erfuhr die Industrie durch die im Jahre 1863 geschehene Einführung des amerikanischen Petroleums in Deutschland. Letzteres befreite das grosse Publikum von dem allgemein herrschenden Vorurtheile gegen Mineralöle und machte es in Folge dessen auch für den Gebrauch des Solaröles zugänglicher. Man kann die Production der Braunkohlen-Paraffin- und Mineralölindustrie im Jahre 1871 auf ca. 100,000 Ctr. Paraffin und 200,000 Ctr. brennbare Mineralöle veranschlagen.

2. Vorkommen, Zusammensetzung und Eigenschaften der theerhaltigen Braunkohle.

Die besten theerhaltigen Braunkohlen, welche man zum Unterschiede von den Brennkohlen mit dem Namen „Schweelkohlen“ bezeichnet, finden sich in einer Mächtigkeit von ½ bis 4 Lachtern, in der Regel als integrirender Bestandtheil eines mächtigeren Braunkohlenflötzes, in den Ablagerungen, die sich aus der Gegend von Weissenfels (Provinz Sachsen) mit mannigfaltigen Unterbrechungen bis Zeitz er-

strecken, vor und zwar vorzüglich bei den Ortschaften Gerstewitz, Webau, Schortau, Theissen und Reussen. Schweelkohlen von geringerer Güte werden gefördert in einzelnen Gruben bei Osterfeld, zwischen Zeitz und Naumburg, bei Rossbach, nordwestlich von Weissenfels, bei Rattmannsdorf und Dörstewitz, westlich von Merseburg, bei Döllnitz, südwestlich von Halle und bei Zscherben, Köchstedt, Langenbogen, Teutschenthal und Röblingen, sämmtlich in der Richtung von Halle nach den Mannsfelder Seeen zu gelegen. — Ausserhalb der beschriebenen Districte hat man bis heutigen Tages keine der Ausbeutung werthe Schweelkohlenlager entdeckt.

In ihrer chemischen Zusammensetzung unterscheiden sich die Schweelkohlen von den Braunkohlen durch ihren bei Weitem höheren Wasserstoffgehalt; während gewöhnliche wasserfreie Braunkohle höchstens 6 Procent Wasserstoff enthält, steigt der Wasserstoffgehalt der Schweelkohlen je nach der Güte derselben bis zu 11 Procenten.

Die reinste Abart der Schweelkohlen, in neuerer Zeit von Kenngott Pyropissit genannt, zeichnet sich ferner durch höchst characteristische äussere Eigenschaften vor der gewöhnlichen Braunkohle aus. Sie ist frisch gefördert von schmieriger Beschaffenheit, hellgelber Farbe und enthält bis 70 % Wasser; eine Tonne grubenfeuchter Kohle wiegt 275—350 Pfd., eine Tonne lufttrockener Kohle 100—180 Pfd. Lufttrocken ist sie fast weiss, von erdigem, mattem Bruche, sehr geringem specifischen Gewichte, fühlt sich mager an und nimmt beim Reiben mit dem Fingernagel Fettglanz an. Sie schmilzt bei 150—200° C. zu einer schwarzen, sich aufblähenden Masse zusammen, ist leicht entzündlich und brennt mit weisser russender Flamme nnd unter Verbreitung eines milden brenzlichen Geruches fort. Eine solche Kohle gibt pro Tonne 50—60 Pfunde, d. h. 16,6—20 Procente eines reinen weissen Theeres, der sich ohne Schwierigkeit zu den besten Solarölen und zu Paraffin verarbeiten lässt. Dieser hohen Ausbeute kann sich jedoch keine Fabrik erfreuen; denn die sogenannten weissen Kohlen kommen nie in zusammenhängenden Flötzen, sondern nur vereinzelt im Ausgehenden oder in Nestern im Hangenden des Flötzes und auch dann nur in wenigen Gruben des Bezirkes vor. Je dunkler die Farbe, je höher das specifische Gewicht, je schwerer schmelzbar und entzündlich die Kohle ist, einen um so geringeren Theergehalt von geringerer Beschaffenheit besitzt sie in der Regel; immer aber ist das Kennzeichen einer Schweelkohle von mittlerer Güte, die ca. 20—40 Pfd. eines leichten, möglichst harz- und kreosotfreien Theeres pro Tonne giebt, das Fehlen jeder Structur, die lehmgelbe bis rostbraune Farbe, die fettige Beschaffenheit im feuchten, die magere erdige im trockenen

Zustande. Genauen Aufschluss darüber, ob weniger theerreiche Kohlen noch mit Vortheil zur Aufarbeitung zu verwerthen sind, kann nur die chemische Analyse geben, durch die man Quantität und Qualität des erzielten Theeres feststellt. 18 Pfd. Theerausbeute pro Tonne gilt hierbei, eine gute Beschaffenheit des Theeres vorausgesetzt, für die unterste Grenze. Die günstigst situirten Schweelereien arbeiten gegenwärtig mit 30—37 Pfd., die übrigen mit 18—30 Pfd. Ausbeute.

8. Zusammensetzung und Eigenschaften des Paraffines und Solaröles.

Ueber die chemische Zusammensetzung des Solaröles und des Paraffines aus Braunkohlen weiss man noch nichts Näheres. Jedenfalls sind sie aber den ihnen ähnlichen, aus anderen Rohstoffen dargestellten und natürlich gewonnenen Oelen und Paraffinen analog zusammengesetzt und würden dann die höheren Glieder der Sumpfgasreihe bilden. ANDERSON hat Paraffin aus Bogheadkohle, Torf und Petroleum untersucht: es enthielt:

	aus Bogheadkohle	aus Torf	aus Petroleum
C.	85,00	84,95—85,23	85,15
H.	15,36	15,05—15,16	15,29.

Die Molecularformel des Paraffines konnte bis jetzt noch nicht ermittelt werden; man nimmt sie $C^{20}H^{42}$ an. — THORPE und YOUNG analysirten Paraffin aus Kohlenschiefer von 46° C. Schmelzpunkt und fanden:

C : 85,19
H : 15,34.

Durch Einwirkung von Brom auf durch Umkrystallisiren aus Aether gereinigtes Paraffin, welches den vorhandenen Schmelzpunkt von 41,5° behielt, bewiesen sie, dass es nach der Formel C^nH^{2n+2} zusammengesetzt sei. — Durch andauernde Behandlung des Paraffines unter Wärme und Druck zersetzt es sich nach denselben Forschern in flüssige Kohlenwasserstoffe aus der Sumpfgasreihe und der Aethylenreihe.

Das Paraffin ist ein vollständig geruch- und geschmackloser Körper von bläulich-weisser, durchscheinender Farbe, hellem Klange und lebhaftem Glasglanze; der Schmelzpunkt variirt von 30—60° C. Das in den Handel gebrachte Prima- oder Hartparaffin schmilzt in der Regel zwischen 54—60° C., wird aber vor dem Schmelzpunkte schon weich und fühlt sich bei Sommertemperatur fettig an. Das specifische Gewicht variirt je nach dem Schmelzpunkte von 0,870—0,912. Das Paraffin ist unlöslich in Wasser, löslich dagegen in verschiedenen Gewichtstheilen von Alkohol, Aether, Terpentinöl, Schwefelkohlenstoff, Chloroform und vor allem in leichten Kohlenwasserstoffen, aus welchen

es in schönen Blättern herauskrystallisirt. Bei gewöhnlicher Temperatur wird es von concentrirten Säuren und Alkalien nicht angegriffen. Es siedet erst über 300° C. und zersetzt sich bei der Destillation.

Solaröl ist wasserhell, fast farblos mit schwach grünlichgelbem Anfluge und blauer Fluorescenz; sein spec. Gewicht beträgt 0,825—0,835. Oel von 0,810—0,825 nennt man Photogen oder deutsches Petroleum; Oele von 0,770—0,810 kommen unter dem Namen Benzin in den Handel. — Beträgt das spec. Gewicht mehr als 0,835, so wird das Solaröl nicht mehr als Brennöl, sondern nur zum Vermischen des amerikanischen Petroleums benutzt. Die Siedepunkte der Oele liegen in einer mit dem specifischen Gewichte steigenden Scala zwischen 100 und 300° C., gewöhnliches Solaröl destillirt in der Regel bei stetig steigendem Thermometer zwischen 200 und 300° C.

Die Entzündungstemperatur des Solaröles, d. h. die Temperatur des Oeles, bei welcher sich dasselbe durch ein seiner Oberfläche genähertes Licht entzündet, ist aus folgender Tabelle ersichtlich, die auf Veranlassung der Handelskammer zu Halle nach den Untersuchungen verschiedener Autoritäten aufgestellt wurde:

Namen des Oeles	Specifisches Gewicht bei 14° C.	Entzündungs-Temperatur bei ° C.	
Photogen	0,800	33	bei tropischer Wärme entzündlich.
„	0,805	37	
„	0,808	45	
Solaröl	0,824	60	nur unter Einwirkung künstlicher Wärme entzündlich.
„	0,827	68	
„	0,830	76	
„	0,835	77	
„	0,845	92	

Das gewöhnlich als Brennöl benutzte Solaröl ist also durchaus nicht feuergefährlich.

4. Darstellung des Theeres.

Der erste und wichtigste Process der Paraffin- und Mineralölfabrikation, die Darstellung des Theeres aus den Kohlen, beruht auf der trockenen Destillation derselben. So einfach eine solche Operation auszuführen erscheint, so schwer und complicirt ist sie doch, und wenn-

gleich die einschlägigen Apparate in den letzten zehn Jahren gewaltige Verbesserungen erfahren haben, so gelingt es doch auch heute nur etwa 60, im günstigsten Falle 70 Procent von der theoretischen Theerausbeute im grossen Betriebe zu erzielen. Die Unbeständigkeit der durch die Erhitzung entweichenden Producte und ihre Neigung, sich in permanente Gase umzusetzen, erschweren die Manipulation ausserordentlich, und es ist noch nicht gelungen, Apparate zu construiren, die die Zersetzung wenigstens nur auf das Maass beschränken, in welchen sie bei Laboratoriumsversuchen auftritt.

Der Prozess der trockenen Destillation, der sogenannte Schweelprozess, der Kohlen wird in liegenden und stehenden Retorten ausgeführt.

Die liegenden Retorten a a . . . (Fig. 153 und 154) sind von Gusseisen, $1\frac{1}{4}$—$1\frac{1}{2}$″ stark, haben einen ovalen Querschnitt von 28—34 Zoll Breite und 9—14 Zoll Höhe und sind 8—$9\frac{1}{2}$ Fuss lang. Der vordere Verschluss wird durch einen Deckel b, der mit Bügel und Keilen befestigt wird, ausgeführt; an der hinteren Oeffnung führt ein allmählich sich bis 6—8 Zoll verjüngendes, mit Abschlussventil versehenes knieförmiges Abgangsrohr c in ein für eine ganze Batterie Retorten gemeinschaftliches cylindrisches Sammelrohr d von 20—30″ Durchmesser. 12—20 solcher Retorten werden zugleich in einem Ofen von der Feuerung e aus durch Querfeuer, welches erst die untere, auf einem Schlitzgewölbe g g g . . . . ruhende und dann die obere, mit 3—4 Lagen Mauersteinen abgedeckte Seite derselben h h h . . . . erhitzt, geheizt, senden die Gase der in ihnen abtreibenden Kohle in das gemeinschaftliche Sammelrohr, wovon sie nach Passirung eines Sammelkastens, nach welchem hin das Sammelrohr schwachen Fall hat, durch ein System liegender oder stehender Eisenblechröhren, ähnlich der Condensationsvorrichtung von Steinkohlengasapparaten, streichen, um durch die Abkühlung der Luft sich zu condensiren und als Theer in das Sammelbassin zurückzufliessen. Die nicht condensirten und permanenten Gase, deren Menge ungefähr ebenso gross, wie die des gewonnenen Theeres ist, entweichen durch ein Ausgangsrohr. In einigen Fabriken hat man versucht, sie in einem Gasometer aufzufangen und als Leuchtgas zu benutzen; doch sind diese Versuche meistens daran gescheitert, dass man bei zu raschem Abzuge der Gase ungenügende Condensation, oder bei erschwertem Abzuge derselben Druck in die Retorten erhielt und dadurch den Schmelzprocess aufhielt und die Gase in der Retorte zu lange der zersetzenden Berührung der heissen Wände überliess. — Der Theer wird von dem Sammelkasten abgelassen, um nach der Rectification geschafft zu werden. Die Füllung des Retorte geschieht durch

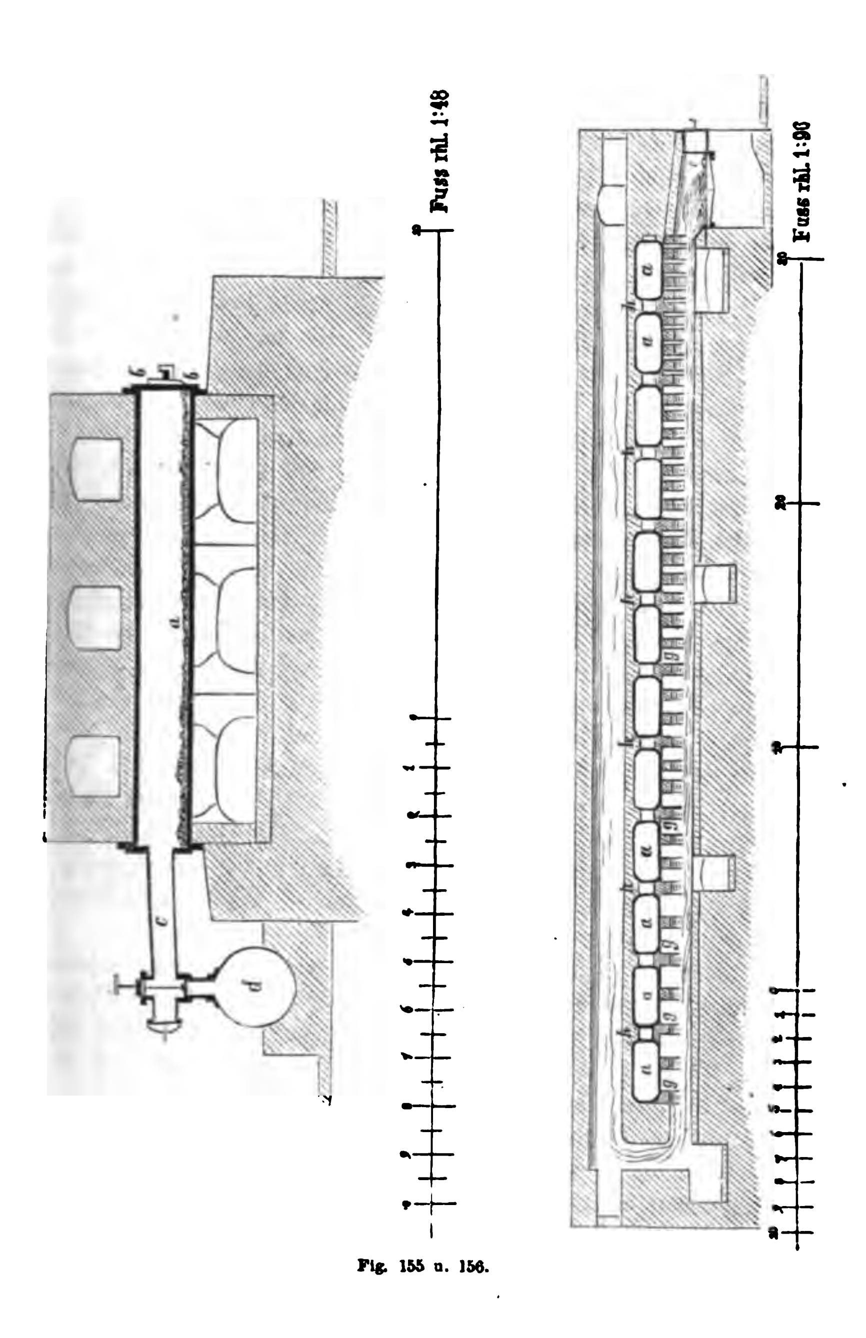


Fig. 155 u. 156.

Hineinwerfen der Kohle zur vorderen Oeffnung und zwar müssen die Arbeiter so beschicken, dass die Kohle den ganzen Boden der Retorte in einer gleichmässigen, etwa 2″ hohen Schicht bedeckt. Während des Füllens muss das hintere Abschlussventil geschlossen sein, damit die atmosphärische Luft nicht in das Sammelrohr zu den Gasen der noch im Schweelen begriffenen Retorten treten kann, was eine durch Anbrennen der Gase verursachte Explosion im Gefolge haben könnte; vor einer jedesmaligen frischen Füllung wird der von der letzten Füllung zurückgebliebene Coaks durch Krücken aus der Retorte gezogen und entfernt. Eine 9 Fuss lange und 30 Zoll breite Retorte schweelt in 24 Stunden etwa 2¼ Tonnen Kohlen ab, die man von 6 zu 6 oder von 8 zu 8 Stunden in annähernd gleichmässigen Mengen in die Retorte giebt. Genaue Zahlen über die Leistungsfähigkeit einer Retorte lassen sich jedoch nicht aufstellen, da dieselbe abhängig von der Güte der Schweelkohle, wie vor Allem auch von der der Feuerkohle ist. Man wendet die Schweelkohle am Besten im grubenfeuchten Zustande und zwar in der Beschaffenheit an, dass sie in der Hand geballt zu einem Klumpen steht. Kohle, die lange auf der Halde gelegen hat, verliert an Theergehalt. — In einigen Schweelereien wird mit Dampfunterstützung geschweelt. Nachdem das hygroskopische Wasser der Kohle entwichen, was nach Verlauf der Hälfte der für den ganzen Schweelprozess bestimmten Zeit der Fall zu sein pflegt, lässt man durch ein ¼″ starkes Rohr, welches an der oberen Seite der Retorte in der Nähe der vorderen Oeffnung einmündet, Dampf von 3—5 Pfd. Druck per Quadratzoll in dieselbe streichen und stellt ihn vor den Räumen der Retorte wieder ab. Der Dampf bezweckt, die Gase theils durch Umhüllung, theils durch schnelles Hinwegführen vor Ueberhitzung zu schützen, doch hat man mit Zahlen den Vortheil der Dampfeinführung bis jetzt noch nicht nachweisen können.

Die stehenden Retorten, in denen gegenwärtig der Schweelprozess vorzugsweise vorgenommen wird, sind verticale gusseiserne Cylinder A A (Fig. 157), von ROLLE in die Praxis eingeführt. Dieselben haben bei einer Höhe von 12—16 Fuss einen Durchmesser von 3—6 Fuss. Sie tragen in ihrem Innern ein System von vertical übereinanderliegenden Ringen a a a . . . mit glockenförmiger, nach aussen schräg abfallender Wandung, die je nach der Dimension des Cylinders 4—9 Zoll hoch und theilweise an einer durch den Cylinder gehenden Mittelachse mittelst Stegen befestigt sind, theilweise durch an der Innenseite ihrer Wand angebrachte Knaggen übereinander geschichtet sind. Diese Glocken bilden so einen zweiten cylindrischen Raum, der durch die zwischen ihnen befindlichen Lücken mit der zwischen Glocken- und Cylinder-

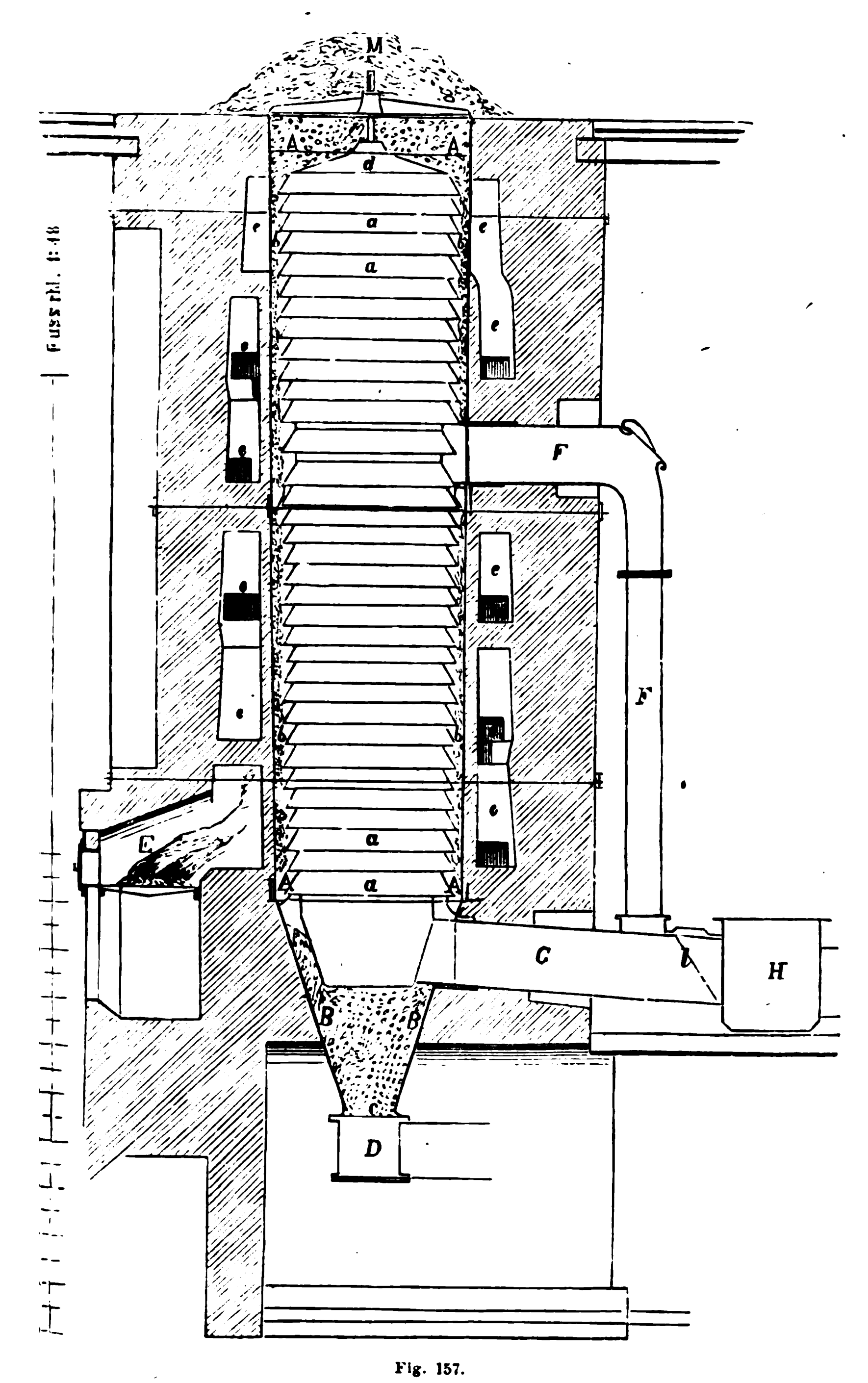


Fig. 157.

wandung befindlichen Luftschicht b b b . . . ., der sogenannten Schweelschicht, in Communication steht. Der Durchmesser der Glocken wird so gewählt, dass die Schweelschicht b b eine Weite von 2—3 1/2" behält. Unten verläuft der Cylinder in einen Conus B B, der in der Regel etwas über den vierten Theil der Cylinderhöhe hat. Dieser Conus communicirt durch seine untere Oeffnung c mit einem cylindrischen Kasten D, der 1—2 Kubikfuss fasst und durch einen Schieber nach oben von dem Conus abgeschlossen, durch einen zweiten Schieber nach unten entleert werden kann. Der innere cylindrische Raum wird oben mit einem Glockenhute d zugedeckt und auf diesen die Kohle aufgegeben, welche nun zwischen Cylinder und Glockenwandung hinabrutscht. Die Cylinderwände, die 1 1/2—2" stark sind und der grösseren Haltbarkeit wegen von aussen mit einem Chamottemantel umkleidet sind, werden durch um sie herumgehende Feuerzüge e e e e . . . von der Feuerung E zur Rothgluth erhitzt, die an ihnen entlang gehenden Kohlen schweelen ab, die Gase treten in den Raum innerhalb der Glocken und werden von hier durch zwei zweckmässig angebrachte Abzugsrohre F und G in das Sammelrohr H und in die Condensation geführt; ein vor der letzteren aufgestellter Exhaustor beschleunigt die Entfernung der Gase. Der abgeschweelte Coaks sammelt sich in dem unteren Conus B B und wird in Zeiträumen von 3/4—1 1/2 Stunden durch Oeffnen des Schiebers c in den Schieberkasten D gelassen und von da weggeschafft. Zu gleicher Zeit rutschen dann von dem über dem Cylinder liegenden Kohlenhaufen frische Kohlen nach. Bei dem Abziehen des Coakses in den Kasten wird das Ausgangsrohr des Cylinders durch eine Drosselklappel von dem Sammelrohre abgesperrt, damit die in dem Schieberkasten befindliche atmosphärische Luft nicht in das Sammelrohr eingesaugt werden kann. Der Betrieb der Schweelcylinder ist demnach ein continuirlicher, und brauchen die Cylinder nur alle 1 1/2 bis 3 Monate einer Reinigung unterworfen zu werden, um dann wieder ungestört weiter arbeiten zu können. Ein Cylinder von 16 Fuss Höhe und 6 Fuss Durchmesser schweelt in 24 Stunden etwa 20 Tonnen frischer Kohle ab.

In neuester Zeit hat Rolle die eisernen Cylinderwände durch gemauerte Chamottewände ersetzt und auch mit diesen Apparaten gute Resultate erzielt.

Die stehenden Schweelcylinder haben vor den liegenden Retorten zunächst den continuirlichen, sich selbst regulirenden Betrieb voraus; sodann verhindern sie den Zutritt der äusseren Luft, mit Ausnahme der wenigen durch die Kohle herbeigeführten, in die Apparate und umgehen so die oxydirende und abkühlende Wirkung derselben, der die

liegenden Retorten bei ihrer Beschickung unbedingt ausgesetzt sind. In Folge dessen sind Cylindertheere weit freier von Oxydationsproducten wie Retortentheere, demgemäss auch specifisch leichter und bedürfen zu ihrer Darstellung weit weniger Feuerkohlen wie Letztere. In der Regel braucht man bei Retortenbetrieb auf 1 Tonne Schweelkohlen ³/₄ bis 1 Tonne Feuerkohlen, bei Cylinderbetrieb nur ¹/₂—³/₄ Tonnen. Andererseits hat aber die Erfahrung gelehrt, dass man in den meisten Fällen auf Retorten eine höhere Ausbeute und einen wenn auch specifisch schwereren, so doch paraffinreicheren Theer wie auf Cylindern erhält; wahrscheinlich ist dieser höhere Paraffingehalt des Retortentheeres bedingt durch den grösseren Gehalt an Brandharzen, die sich bei der späteren Destillation des Theeres in Paraffin umwandeln. So ist auch das hohe specifische Gewicht der Retortentheere durch die schweren Harze verursacht; denn nach der Destillation und Entfernung der Harze und Creosote erhält man von einem Retortentheere stets leichtere Oele, wie von einem gleich schweren Cylindertheere, dessen Gewicht, da es freier von Harzen und Creosot, fast ausschliesslich die Folge der in ihm enthaltenen schweren Oele ist. Der letztere Umstand scheint auch darauf hinzudeuten, dass in den Cylindern die Gase grössere Molecularumsetzung erleiden und Paraffine in Oele verwandelt werden, die dann natürlich schwerer sein müssen, als die leichter siedenden unzersetzt übergehenden Oele. — Diese kurzen Andeutungen werden genügen, um darzuthun, dass man nicht in allen Fällen den stehenden Cylindern den Vorzug vor den liegenden Retorten einräumen kann, wenngleich der Betrieb der Letzteren im Vergleiche zu Ersteren ein noch so erschwerter sein mag. Welches System in einem bestimmten Falle zu wählen sei, hängt viel von localen Verhältnissen, vor Allem von der Beschaffenheit der Schweelkohlen, von der Feuerkohle und von den am Platze herrschenden Arbeiterverhältnissen ab. In der Regel wird man magere, theerarme, schwer abzutreibende Kohlen auf Cylindern, fette, theer- und paraffinreiche Kohlen auf Retorten mit Vortheil verarbeiten, wenn im letzteren Falle die Beschaffung von guter Feuerkohle und willigen Arbeitskräften möglich ist.

Ein von beiden Verfahren abweichendes ist das von Ramdohr in Aschersleben. Derselbe schweelt die Kohlen in einer 6—7 Tonnen haltenden Retorte mit überhitzten Wasserdämpfen ab, verdichtet die entweichenden Gase durch Wasserkühlung und erhält so ca. 59 Pfd. Theer pro Tonne Kohlen, eine Ausbeute, welche die aller anderen Schweelereien weit übersteigt.

Der Braunkohlentheer ist eine gelblich braune, bei gewöhnlicher Temperatur feste, butterartige, schmierige Masse, die je nach ihrer Zusammen-

setzung bei 25—40° zu einer braunen Flüssigkeit mit dunkelgrüner Fluorescenz schmilzt. Seiner Zusammensetzung nach ist er ein Gemisch von verschiedenen Kohlenwasserstoffen der Sumpfgasreihe, Pflanzenharzen, Creosot und Carbolsäure; auch schwefel- und stickstoffhaltige Verbindungen, die sehr schwer zu zerstören sind, kommen in den meisten Theeren vor. Ueber die chemische Zusammensetzung der die Kohlenwasserstoffe verunreinigenden Beimengungen ist man noch nicht im Klaren, da wissenschaftliche Untersuchungen hierüber noch nicht angestellt sind. Je nach der Menge der Verunreinigungen variirt das specifische Gewicht des Theeres von 0,820—0,870. Theere von 0,870—0,900 kann man allenfalls noch, wenn sie paraffinreich sind, auf Paraffin verarbeiten; Solaröl ist aus diesen Theeren nicht mehr vortheilhaft zu produciren. Theere endlich, die über 0,900 wiegen, eignen sich nicht mehr zur Fabrikation. Ein Theer von mittlerer Beschaffenheit gibt 60—65 fertige gute Producte und zwar:

15—17% Paraffin
28—35% brennbares Solaröl resp. Paraffin
10—15% schwerere Mineralöle.

Ausserdem erhält man noch 2—4% Creosot und 4—6% Brandharze.

5. Rectification und Krystallisation, Reinigung des Rohparaffins und der Oele.

Der Theer wird in grossen unterirdischen Bassins durch Erwärmen mit einer Dampfschlange wasserfrei gemacht und durch Dampf- oder Handpumpen auf die Destillirgefässe gebracht. Dieselben sind gusseiserne 35—50 Ctr. fassende Blasen A (Fig. 158), deren Deckel seitlich das Ausgangsrohr b oder den Rüssel trägt und mit einem Mannloch c zum Füllen der Blase versehen ist. Der Deckel ist möglichst flach gewölbt, um ein Verdichten der Dämpfe und ein Zurückfliessen zu vermeiden; aus demselben Grunde ist er mit Erde bedeckt oder vermauert, um alle Wärmeausstrahlung zu verhindern. Die übergehenden Dämpfe gehen aus dem Rüssel in ein schlangenförmig gebogenes Bleirohr d d . . von 50—100 Fuss Länge, welches in einem cylindrischen Kühlfasse B liegt und durch Wasser gekühlt wird. Beim Austritt des Rohres aus dem Kühlfasse ist eine Vorrichtung angebracht, um die nicht condensirten übelriechenden und schädlichen Gase aus dem Arbeitsraume zu entfernen. Dieselbe besteht entweder aus einem U-förmigen Rohre, aus dessen vorderem Schenkel e ein Rohr h die Gase in's Freie führt und aus dessen hinterem, etwas tiefer liegenden Ende g, nachdem sich die Biegung gefüllt hat und kein Gas durchlässt, das Destillationsproduct abläuft; oder man bedient sich eines

einfachen Blechtopfes, in welchen die Producte aus der Schlange eintreten und von welchem die flüssigen durch ein U-förmig gebogenes Rohr vom Boden abfliessen, während die Gase durch ein vom Deckel des Topfes abgehendes Rohr zum Dache hinausgeführt werden. Das Feuer vertheilt sich von der Feuerung C aus in der Regel in zwei Zügen um die Blase, und ist es von Vortheil, den oberen i i abstellbar einzurichten, damit, wenn die Blase halb abdestillirt ist, nur der Boden Feuer erhält. Die Blase wird bis ca. 18″ unter das Mannloch mit Theer angefüllt. Vor dem Füllen setzt man $^1/_4$—$^1/_2$ % gebrannten Kalk zu, welcher den im Theere enthaltenen Schwefel bindet und zersetzend auf die harzartigen Verunreinigungen einwirkt. Doch darf man in den meisten Fällen den Kalkzusatz nicht grösser machen, selbst wenn dies der Schwefelgehalt erfordern sollte, da der Kalk besonders harzreicher Theeren leicht zum Uebersteigen der ganzen Masse Veranlassung giebt. Nachdem das von dem Theere etwa noch gebundene Wasser, welches meistens Ammoniak, Schwefelwasserstoff oder Schwefelammonium absorbirt enthält, abdestillirt, gehen schon zwischen 100 und 250° einige der leichtesten Oele über; in's Sieden geräth der Theer erst bei ca. 250°, und damit beginnt der lebhafte Destillationsprocess. Um die Dämpfe möglichst schnell aus der Blase zu entfernen, lässt man jetzt durch ein $^1/_8$″ starkes Röhrchen Dampf durch den Deckel in dieselbe über der Oberfläche der Flüssigkeit einströmen und zwar ungefähr so viel, dass das condensirte Wasser den fünften Theil des Volumens des Destillates beträgt. Ein vor dem Ausflusse der Schlange aufgestelltes nach dem System der Florentiner Flasche eingerichtetes Blechgefäss D nimmt das vereinigte Destillat auf; hier scheidet sich das schwerere Wasser von dem Oele, und dieses geht wasserfrei oder doch nahezu wasserfrei durch Rohrleitungen in unterirdische Bassins. Das Destillat des Theeres wird in zwei Theile geschieden: in das Rohöl und die Rohparaffinmasse. Beide Producte enthalten sowohl Oele als Paraffine, ersteres jedoch vorwiegend Oele, letzteres viel Paraffin in schwereren Oelen gelöst, so dass die Masse bei gewöhnlicher Temperatur krystallisirt. Sobald das Rohöl also, auf einen kalten Gegenstand p gebracht, zu erstarren beginnt, ist der richtige Zeitpunkt gekommen, das nun Uebergehende als Rohparaffinmasse gesondert aufzufangen. Die letzten 1—2 Procente der übergehenden Masse kommen nicht zu dem Destillate, sondern werden bei der nächsten Destillation dem Theere wieder zugemischt. Nach Beendigung der Destillation muss die Schlange durch Hindurchblasen von Wasserdampf sorgfältig gereinigt werden, da die an derselben haften gebliebenen rothen harzförmigen Massen, die Beschaffenheit des zuletzt Uebergehenden, das leichte Oel der nächsten

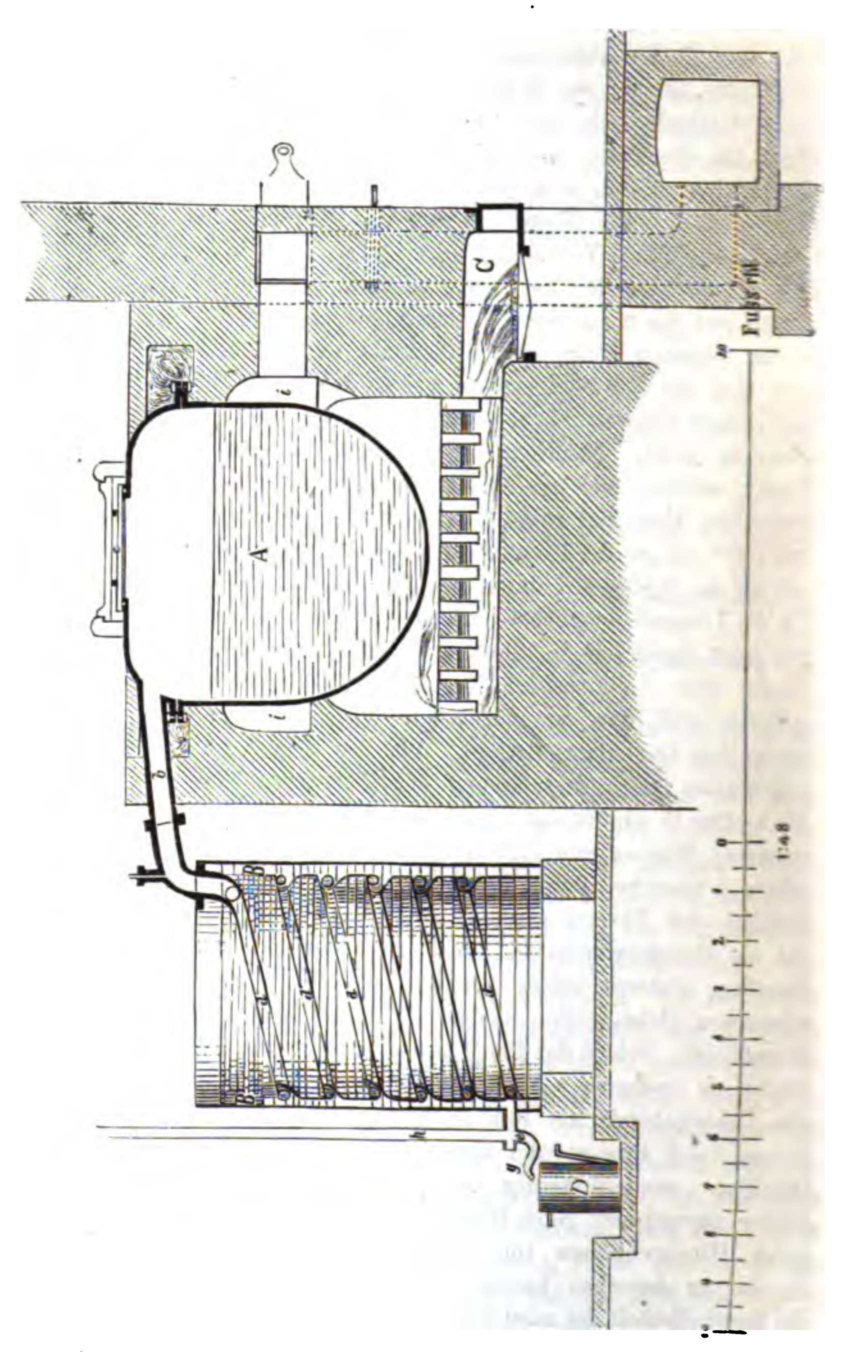


Fig. 158.

Destillation stark verunreinigen würden. Der in der Blase zurückgebliebene stückige, aufgeblähte, harte Coaks wird abgestossen und herausgeschaufelt; er findet zu Feuerungszwecken seine Verwendung. — Die Destillation wird so regulirt, dass 50 Ctr. in 10—12 Stunden abgetrieben werden. Ein guter Theer hinterlässt 1½—3% Coaks, gibt 1—2% Gase, 1—2% rothes und den Rest reines Product. Dieses besteht bei Cylindertheeren in der Regel aus gleichen Theilen Rohöl und Paraffinmasse, bei Retortentheeren verhält sich Ersteres zu Letzterer meistens wie 4 : 5.

a. Reinigung der Paraffinmasse.

Die in dem Theere enthaltene Carbolsäure und das Creosot, welches Gemisch der Kürze halber in dem Folgenden einfach als Creosot bezeichnet ist, gehen zum grössten Theile schon mit dem Rohöle über, so dass die Paraffinmasse wesentlich nur von dem Brandharze verunreinigt ist. — Zur Befreiung von demselben wird sie mit 3—5% englischer Schwefelsäure, die frei von Salpetersäure sein muss, behandelt. Die Operation geschieht in 50—100 Ctr. fassenden, wenig mehr hohen als weiten, cylindrischen Gefässen, deren Wände schwach conisch zugehen; der Boden ist ebenfalls conisch eingelegt und hat in der Mitte das Abflussrohr. Die Gefässe sind entweder von 1½—2″ starken Bohlen zusammengesetzt, welche an der Innenseite eine Bleibekleidung tragen, oder sind nur aus Bleiplatten zusammengelöthet und mit eiserner Krinoline umgeben oder haben drittens statt der hölzernen äusseren Bekleidung eine solche von Eisenblech. — Die erstgenannten Gefässe sind die wohlfeilsten und auch zweckmässigsten, da das Holz die zu schnelle Abkühlung der Paraffinmasse und so ein Festwerden derselben verhindert. Gegen Letzteres muss man sich übrigens durch eine in den Ständer gelegte Dampfschlange sichern. — Die Masse wird von dem etwa noch anhaftenden Wasser befreit und darauf die Schwefelsäure allmählig zugesetzt. Die Temperatur darf nur wenige Grade über dem Erstarrungspunkte der Masse liegen, da bei hoher Temperatur die Säure unter Entwickelung von schwefliger Säure durch Oxydation zersetzend auf das Paraffin wirkt und zudem durch die Action selbst die Temperatur noch zunimmt. Die Mischung mit der Säure, zu der man früher die complicirtesten mechanischen Vorrichtungen in Anwendung brachte, geschieht jetzt auf höchst einfache und ebenso wirksame Weise. Es mündet nämlich das Druckrohr einer Dampfluftpumpe, an der Wand des Gefässes von oben herabgehend, am Boden desselben in dessen Mitte aus, und durch dieses bläst man 5—10 Minuten lang einen Luftstrom in die Masse ein, der von unten nach oben gehend

dieselbe auf das Innigste mit der während des Durchwallens langsam zuzusetzenden Säure vermischt. Nach beendigter Mischung überlässt man die Masse 3—5 Stunden der Ruhe; das neugebildete Säureharz hat sich am Boden abgesetzt und wird abgelassen. Durch drei- bis viermaliges Auswaschen mit heissem Wasser, immer unter Beihülfe der mischenden Luft und schliesslichem Zusatze einer schwachen Sodalösung (etwa 1/10 % kryst. Soda) wird die Masse von der letzten Spur anhaftender Säure befreit und kommt wieder zur Destillation. Dieselbe wird, wie alle noch zu beschreibenden Rectificationen, in den den Theerblasen analog construirten Apparaten unter Dampfunterstützung ausgeführt; man erhält dabei noch 7—10 % zuerst übergehende leichtere Oele, die mit den übrigen zur Solarölfabrikation gelangenden Oele vereinigt werden, und schafft das ganze übrige Destillat in die Krystallisationsgefässe.

Die Krystallisation geschieht, wo die localen Verhältnisse dies gestatten, am Besten durch Wasser, welches man die die Krystallisationsgefässe enthaltenden gemauerten Bassins, die sich in der Regel in Kellerräumen befinden, durchströmen lässt. Man hat dadurch den Vortheil, bei tief heraufgeholtem Wasser, unabhängig von der Jahreszeit, das ganze Jahr hindurch eine um wenige Grade differirende Krystallisationstemperatur und eine nahezu quantitativ gleichmässige Ausbeute an Krystallen zu erhalten. 7—10° C. ist die zur Krystallisation günstigste Temperatur. Die Gefässe, in denen die Masse auskrystallisirt, erfüllen um so schneller ihren Zweck, je kleiner sie sind und je mehr Oberfläche sie dem Wasser bieten. Man nimmt daher am Vortheilhaftesten prismatische Kasten von dünnem Eisenblech, von 3′ Länge, 12″ Breite und 3″ Tiefe, die etwa 40 Pfd. Masse fassen und in drei Tagen die Temperatur ihrer Umgebung angenommen haben. Die auskrystallisirte Masse wird durch ein Rührwerk zu einem Brei zerkleinert, dieser durch eine Pumpe aufgesaugt und in die Filterpresse (die sogenannte Schlammpresse der Zuckerfabrikanten gedrückt. Hier scheidet sich die Hauptmasse des den Krystallen anhaftenden Oeles aus. Zur weiteren Entfernung desselben werden die noch feuchten Schuppen in Presstücher eingepackt und in einer stehenden hydraulischen Presse einem Drucke von 40—60 Atmosphären ausgesetzt. Die Tücher bestehen aus leinenem Hanf oder Bindfaden mit wollener Einlage; diese saugt das Oel auf, jener lässt es bequem durch- und ablaufen. In vielen Fabriken wärmt man die Pressbleche auf 40—50° C. an, um das dickere Oel leichter flüssig zu machen. Es resultirt nach dieser Pressung ein fester Schuppenkuchen von gelblich weisser Farbe und 52—55° C. Schmelzpunkt; die destillirte Paraffinmasse liefert 30—35 % dieser Schuppen-

kuchen. Schmelzpunkt und Ausbeute derselben variiren mit der Krystallisationstemperatur; je höher die Ausbeute, desto niedriger der Schmelzpunkt. Die abgepressten schweren Oele gehen zur Reinigung in das Mischhaus.

Die gelbliche Farbe der Schuppenkuchen wird bedingt durch in den Krystallen eingeschlossenes schweres Oel, welches auf rein mechanischem Wege nicht mehr zu entfernen ist. Man verwendet zur weiteren Reinigung das bei der Rectification der Oele erhaltene leichteste Photogen, das sogenannte Benzin, welches ein specifisches Gewicht von 0,770—0,790 hat, vollkommen wasserhell ist und lösend auf die schweren Oele einwirkt. Die Schuppen werden mit 10—15% dieses Oeles zusammengeschmolzen, die geschmolzene Masse auf Wasser in einer Schicht von 3/4" ausgegossen, die erkaltete Masse in Kuchen geschnitten und diese in stehenden oder liegenden hydraulischen Pressen einem Drucke von 200—250 Atmosphären unterworfen; der ausgepresste Kuchen macht dieselbe Operation ein zweites Mal durch. Das von der zweiten Pressung ablaufende Oel kann man zur Mischung vor der ersten Pressung benutzen, und das von dieser abfliessende, welches ausser den schweren Oelen auch grosse Mengen Paraffin gelöst enthält, wird zur Gewinnung desselben wiederum der Krystallisation überlassen. — Das dreimal gepresste und zweimal mit Photogen behandelte Paraffin wird eingeschmolzen und, um das anhaftende Benzin zu entfernen, in grossen Eisenblechständern mehrere Stunden hintereinander mit directen gespannten Wasserdämpfen behandelt. Während der ersten zwei bis drei Stunden leitet man die abgehenden Wasserdämpfe durch Kühlschlangen, um das abgeblasene Benzin zu condensiren; wenn keine Condensation von Oel mehr zu erkennen ist, lässt man den Wasserdampf noch so lange durch das Paraffin blasen und in's Freie entweichen, bis dasselbe vollkommen geruchlos geworden ist. Man kann je nach der Grösse des zu Gebote stehenden Gefässes 10—50 Ctr. Paraffin auf diese Weise ölfrei machen. — Es erübrigt nur noch, das Paraffin vollständig zu klären und ihm das matte trübe Aussehen zu nehmen. Man durchrührt es in Portionen von 10—15 Centnern mit 4—6% fein gemahlenem, wasserfreiem Beinschwarz (Thierkohle), lässt die Kohle absitzen, filtrirt es durch Papier und giesst es in Formen, die man an der Luft oder durch Wasser kühlt. Soll es zur Kerzenfabrikation verwandt werden, so kann es nach der Filtration sofort in die Kerzenmaschinen gegossen werden. Zu diesem Zwecke setzt man ihm noch 3—4% Stearin zu, mit welchem vereinigt es sich besser aus der Lichtform löst. Um farbige Kerzen zu giessen, setzt man dem geschmolzenen Paraffin zur Roth-

färbung Alcannawurzeln, zur Gelbfärbung Curcumawurzeln, zur Hervorbringung von Schwarz gestossene Anacardiumnüsse, von Blau Ultramarin und von Grün Grünspahn zu.

Das direct aus der Rohparaffinmasse des Theeres dargestellte Paraffin hat einen Schmelzpunkt von 54—58° C. und beträgt ½—⅔ der ganzen Menge der aus dem Theer zu gewinnenden Paraffine. Die übrige Hälfte resp. das übrige Drittel sind weichere Sorten und kommen theils aus dem Pressöle des Hartparaffins, wie oben flüchtig erwähnt, theils werden sie bei noch zu besprechenden wiederholten fractionirten Destillationen der Oele gewonnen.

Eine nochmalige Destillation der Rohparaffinmasse, wie sie beschrieben wurde, ist nur bei harzreichen, namentlich bei Retortentheeren nöthig, da ein hoher Harzgehalt, der durch den Mischprocess nicht vollständig beseitigt werden kann, eine gute Krystallisation verhindert, bei wiederholter Destillation aber das noch in der Masse befindliche Harz zum grössten Theile in Paraffin umgewandelt wird. — Reinere Theere, wie fast alle Cylindertheere, liefern harzfreiere Paraffinmassen; man mischt diese mit etwas mehr Schwefelsäure, mit 5—6% und überlässt sie dann direct der Krystallisation. — Mehrere Fabriken behandeln jetzt den Theer vor der Destillation schon mit 3—5% Säure, destilliren ihn über mehr Kalk als den ungesäuerten, da nach Entfernung der Harze ein Uebergehen nicht so leicht eintritt, und lassen die Paraffinmasse direct von der Blase in den Kühlraum laufen. Es empfiehlt sich diese Methode nur bei ganz reinen Theeren, da bei harzreicheren durch die Zerstörung des bei der Destillation Paraffin bildenden Harzes die Paraffinausbeute verringert würde.

b. Reinigung der Oele.

Das von den Theerblasen erhaltene Rohöl wird auf seinen Creosotgehalt geprüft, um die zu dessen Entfernung zuzusetzende Natronlauge bemessen zu können. Es werden in einer in Kubikcentimeter eingetheilten Spindel 50 Kubikcentimeter des zu untersuchenden Rohöles mit überschüssiger 38° B. wiegenden Natronlauge innig durchmischt: nach der Mischung setzt sich das gebildete Creosotnatron in bestimmt abgegrenzter schwarzer Schicht zwischen der Lauge und dem Oele ab, und zwar verbinden sich gleiche Volumentheile des Creosotes und der Lauge mit einander, so dass die Hälfte der abzulesenden Menge des Creosotnatrons Creosot ist, und da 50 C. C. Rohöl angewandt wurden, die ausgeschiedenen Kubikcentimeter des Creosotnatrons direct die Volumenprocente des Oeles an Creosot angeben. Je nach der Qualität des Theeres enthält das Rohöl 3—15% Creosot. Obgleich Creosot

schwerer als Oel, nimmt man doch in der Praxis zum Ausscheiden des Creosotes soviel Gewichtsprocente Lauge, wie man Volumenprocente Creosot ermittelt hat; der hierbei gemachte Fehler wird sogar dadurch noch etwas grösser, dass ja doch ein Gewichtsprocent Lauge weniger ist wie das auf das Creosot bezogene Volumenprocent; wird ein etwaiger Rest des bei der Mischerei noch nicht entfernten Creosotes bei der Destillation über etwas Lauge zerstört, und schliesslich werden auch die späteren Destillationsproducte nochmals schwach gelaugt. — Die Mischung des Rohöles mit der Lauge geschieht in ebenso construirten Gefässen und auf dieselbe mechanische Weise, wie die besprochene Mischung der Paraffinmasse mit Schwefelsäure. Nachdem das Creosotnatron nach dem Absetzen abgezogen, wird die Masse gewaschen und zur Reinigung von den Harzen gesäuert. Je nach der Reinheit des Theeres giebt man 2—4 % 66' Schwefelsäure hinzu. War der Theer vor der Destillation gesäuert, so genügt ein geringerer Säurezusatz. Nach vollständigem Auswaschen mit lauwarmem Wasser lässt man das Oel absetzen und giebt es in die Blasen zur Rectification über $^1/_4$ % festem Natron. Bei sämmtlichen Oeldestillationen stellt man die Dampfunterstützung erst bei dem Uebergange der Paraffinmasse an, da sich die Oele schwerer von dem Wasser absetzen. Man erhält als Destillat je nach der Concentration des Rohöles ca. 70—75 % eines reineren röthlich gelben Oeles und 22—27 % Paraffinmasse, eine Auflösung von weicheren Paraffinen, wie das direct aus dem Theer dargestellte, in schweren Oelen, zum Unterschiede von der Theerparaffinmasse Paraffinmasse II genannt. Eine ähnliche Behandlung erfährt das von den Filterpressen kommende Oel von der Theerparaffinmasse; nur erhält dieses bei dem Mischprocesse weniger Chemikalien, da es mit dem Paraffin vereinigt schon behandelt wurde; 1 bis $1^1/_2$ % Natron und 1 % Schwefelsäure genügen meistens. Das Destillationsproduct dieses Pressöles giebt jedoch mehr Paraffinmasse, als das rohe Oel; es verhalten sich im Destillate das Oel zur Paraffinmasse etwa wie 1 : 3. Bei ungenügender Hartparaffinkrystallisation ist natürlich die Verhältnisszahl für die Paraffinmasse noch grösser.

Die Oele von der Rohöl- und Pressöldestillation werden nun vereinigt; das vereinigte Oel, von den Fabrikanten gutes Oel genannt, gelangt wieder in die Mischerei. War die Paraffinmasse nach dem Mischprocesse nicht mehr destillirt worden, so muss das Pressöl eine zweimalige Destillation erfahren, und das Oel der zweiten Destillation wird dann erst dem Destillate des Rohöles zugegeben. Das gute Oel wird, um die letzte Spur Creosot zu vertilgen, mit 1 % Lauge gelaugt und nach dem Auswaschen mit 3—5 % Schwefelsäure gesäuert; nachdem es von der Säure gewaschen, pflegt man es noch mit etwas Lauge

nachzulaugen, um jede Spur Säure zu neutralisiren. Es wird nun über $^1/_4$—$^1/_2$% festem Natron oder über $^3/_4$—$1^1/_2$% 38° Lauge destillirt. Es läuft jetzt fertiges Oel von der Blase. Das zuerst übergehende, vollständig wasserhelle Oel fängt man bis zu einem spec. Gew. von 0,805—0,810 für sich auf, bläst es mit directem Wasserdampfe in einer Blase bei ganz gelindem Feuer, um die Condensation des Dampfes in der Blase zu vermeiden, ab und erhält ein 0,770—0,790 wiegendes, dünnflüssiges, wasserhelles Destillat, das sogenannte Benzin, welches zur Reinigung des Paraffines verbraucht wird. Das nicht mehr mit dem Wasserdampfe übergehende wird mit Hülfe des Feuers vollends abgetrieben und dem Solaröle zugegeben.

Das Destillat des guten Oeles von 0,810—0,840—0,850 ist fertiges Solaröl und wiegt 0,825—0,830.

Nach dem Solaröle kommt ein schwereres Oel von der Blase, welches entweder direct verkauft wird, oder bei geringer Menge dem guten Oele wieder zurückgegeben wird.

Als letztes Destillat erhält man wieder einige Centner Paraffinmasse, die sogenannte Paraffinmasse III. Die Paraffinmasse II und III bedürfen einer Temperatur von 0—6° C., um einigermassen vollständig auszukrystallisiren. Man lässt sie desshalb den Sommer über in Eisenblech-Reservoirs stehen und arbeitet sie im Winter auf. — Die aus diesen Massen ausgepressten Schuppen werden ebenso gereinigt, wie die Schuppen aus der Theerparaffinmasse; jedoch erhalten sie, da sie von reineren Oelen kommen, weniger Benzin zur Reinigung. Sie sind bedeutend weicher, wie das direct aus dem Theer bereitete Paraffin, und geben Paraffine von 28—45° C. Schmelzpunkt, die sogenannten Weichparaffine. — Die von den Schuppen ablaufenden Oele werden, falls sie leicht genug sind, nochmals destillirt, um noch brennbares Mineralöl aus ihnen zu erhalten. In der Regel wiegen sie aber 0,870—0,900 und kommen dann direct in den Handel.

Die sämmtlichen Oel- resp. Paraffinmassen-Destillationen werden nicht zur Trockene getrieben; man lässt in der Blase einen dickflüssigen, schwarzen Rückstand (etwa 2—4% der destillirten Masse), vereinigt diese Rückstände, destillirt sie wieder, säuert das Destillat mit einigen Procenten Säure, destillirt abermals und erhält nun ein krystallisirbares Destillat. Die aus demselben ausgeschiedenen Schuppen geben nach der Reinigung ein wachsgelbes hartes Paraffin von 50—55° C. Schmelzpunkt, welches als sogenanntes Naturellparaffin abgesetzt wird.

Noch zu erwähnen bleibt, dass die Fabrik von A. Riebeck bei Weissenfels ihre Roh- und guten Oele continuirlich destillirt. Diese continuirliche Destillation unterscheidet sich von der directen dadurch,

dass während der Destillation Oel in die Blase nachläuft, und zwar wird der Zufluss durch eine einfache mechanische Vorrichtung, die Eigenthum von A. Riebeck ist und desshalb nicht beschrieben werden darf, conform mit dem Abflusse des Destillates regulirt. Nachdem die Destillation in Gang gebracht, setzt man den Zulauf in Thätigkeit, lässt 20—24 Stunden Oel zufliessen, stellt ihn dann ab und destillirt die noch volle Blase direct ab, so dass die ganze Destillation in 30—36 Stunden beendigt ist. Bis zur Sistirung des Zuflusses kommen fast nur leichtere Producte von der Blase, während sich die schwereren Oele und mit ihnen das Paraffin in der Blase concentriren und bei dem directen Abtreiben erst abdestillirt werden. — Diese Art der Destillation bietet bei der Production grosser Massen, wie sie die Riebeck'sche Fabrik hat (dieselbe rectificirt täglich ca. 800 Ctr. Theer), grosse Vortheile; andererseits hat sie aber auch Uebelstände im Gefolge und ist deshalb kleineren Fabriken nicht zu empfehlen. Vor Allem wird durch die anhaltende Siedehitze, die das Paraffin aushalten muss, ein grosser Theil desselben zerstört und in schwerere Oele umgewandelt; dass Paraffin unter anhaltender Einwirkung von Wärme und Druck sich in flüssige Kohlenwasserstoffe umwandelt, haben Thorpe und Young jüngst durch überzeugende, Eingangs erwähnte Versuche nachgewiesen.

Das fertige Solaröl wird, wie es von der Blase abfliesst, in Bassins gelassen und zum Versande in Ballons oder Fässer gefüllt. Man kann es auch, um es haltbarer zu machen, vor der Füllung mit 1/4% Lauge nochmals laugen, waschen und filtriren. — Einige Fabriken, die mit besonders leichtem Theere arbeiten, scheiden Oele ab, die zwischen 0,810 und 0,820 wiegen; diese kommen entweder direct unter dem Namen Photogen zum Verkauf oder werden noch einem Processe unterworfen, der bezweckt, ihnen den letzten gelblichen Schein zu nehmen und ihre blaue Fluorescenz zu vermehren. Man behandelt sie in kleinen 5—10 Ctr. fassenden Mischgefässen mit etwa 5% concentrirter Schwefelsäure, wäscht sie mit kaltem Wasser sorgfältig aus und filtrirt sie durch Baumwolle. Man nennt diese Operation das Schönen des Oeles und das so behandelte Oel geschöntes Photogen oder deutsches Petroleum.

Zur vollständigen Reinigung des Theeres braucht man an Feuerungsmaterial 0,75 bis 1,5 Tonnen sächsischer Braunkohlen pro Centner Theer, und an Chemikalien 4—6% Schwefelsäure, 1—2% festes Natron und 0,7—0,9% Thierkohle.

nachzulaugen, um jede Spur Säure zu neutralis... zur Kerzen-
$^{1}/_{4}$—$^{1}/_{2}$ % festem Natron oder über $^{3}/_{4}$— ... verthung als
Es läuft jetzt fertiges Oel von der Bl... Papier und
vollständig wasserhelle Oel fängt ma... be, zum Im-
0,805—0,810 für sich auf, bläst ... r Herstellung
einer Blase bei ganz gelindem Fe... . Hartparaffin
in der Blase zu vermeiden, ab ... h und Früchten
dünnflüssiges, wasserhelles D... affine als Bäder
zur Reinigung des Paraffin... luftdichten Verschluss
dem Wasserdampfe Überg...
abgetrieben und dem Sc...

Das Destillat des ... werden ausschliesslich zum Brennen
Solaröl und wiegt 0 ... an kann als Fleckwasser und zum Ent-
Nach dem Sc... ...te Anwendung finden. — Die von den Weich-
welches entweder ... enden dunklen schweren Oele, die sogenannten
guten Oele wie... ...eils in den Oelgasanstalten als Gaserzeugungsmittel
Als letzt... ...wendung (sie liefern pro Centner ca. 1000 Kubikfuss
masse, die ... ...tem heller leuchtenden Gases, wie Steinkohlengas), theils
bedürfen e... ...an sie bei der Fabrikation von Wagenschmiere als Zusatz
auszukry... Harzölen und der Harzseife. Das hellere Paraffinöl, Product
blech-... ...steren Destillationen, verarbeitet man mit Rüböl, Baumöl und
diese... ...anischem Harze zu einem guten Maschinenschmieröle.
Sch...
re...

... Nebenproducte und Rückstände; ihre Bereitung und Anwendung.

Als Nebenproducte bei der Paraffin- und Solarölfabrikation treten auf: Brandharze, rohe Carbolsäure mit Creosot, Creosotöl, Asphalt und Goudron. Als Rückstände die regenerirte gebrauchte Schwefelsäure, die regenerirte Natronlauge und das Beinschwarz. Das von den Mischgefässen abgezogene Säureharz wird in ausgebleiten eisernen Ständern mit heissem Wasser vermischt und durch directe Dampfeinströmung mit diesem durchgearbeitet. Nachdem die Masse wieder der Ruhe überlassen, scheidet sich das Harz oben, die Säure unten aus. Man setzt so viel Wasser hinzu, dass die ausgeschiedene Säure 40—45° B. wiegt; dieselbe ist durch noch gelöst haltende organische Substanz schwarz gefärbt und wird an die Superphosphatfabriken zur Aufschliessung der Thierkohle abgegeben. Einen Theil derselben verwendet man auch im Fabrikationsgange zum Vorsäuren roherer Massen, die man schnell wasserfrei haben will. — Das Harz wird ausgewaschen und entweder in Russöfen zu Russ verbrannt, welcher dann zur Fabrikation der Buchdruckerschwärze dient, oder wie unten beschrieben weiter verarbeitet.

Das Creosotnatron kann direct zum Imprägniren von Grubenhölzern erwandt werden, zu welchem Zwecke es der geringeren Feuergefährichkeit wegen mehr zu empfehlen ist; als das natronfreie Creosot. ;um grössten Theile wird es aber in freie Carbolsäure und kohlensaures latron zersetzt. Die Kohlensäure stellt man einfach dadurch dar, dass nan atmosphärische Luft durch glühenden, schwefelfreien Steinkohlenoaks leitet. Das Creosotnatron wird in einem eisernen cylindrischen }efässe auf 80—100° mittelst directen Dampfes erwärmt und mit lem gleichen Volumen Wasser vermischt und dann die Kohlensäure o lange hindurchgeleitet, bis die Masse, die Anfangs das Gas absorbirt, ;esättigt ist und ungefähr eine Stunde lang heftig schäumt. Die aus;eschiedene Sodalösung wird trocken gedampft, der Rückstand in eisernen ;chalen in Kapellenöfen zur Entfernung der organischen Substanz ge;lüht, die geglühte Masse gelöst, mit Kalk caustisch gemacht, die austische Lauge von dem Kalkschlamme abgezogen und bis zu einer Concentration von 38° B. eingedampft. Die so erhaltene Natronlauge, lie allerdings nicht chemisch rein, aber nur geringe Mengen Verunreinigungen enthält, wird zur Entcreosotirung des Rohöles benutzt.

Das ausgeschiedene Creosot wird, nachdem es mit Wasser gewaschen, entweder direct in den Handel gebracht, wo es zum Imprägniren von Eisenbahnschwellen, Telegraphenstangen etc. und als Desnfectionsmittel benutzt wird, oder aber es wird mit dem von der Säure ıbgeschiedenen Harze vereinigt und das Gemisch einer Destillation ınterworfen. — Das Destillat ist ein scharf riechendes dünnflüssiges chweres Oel, über 0,900 wiegend, welches unter dem Namen Creosotöl ls Gasöl verkauft wird. Die Masse wird bei der Destillation nicht rocken getrieben, sondern nur bis zu einem mehr oder minder zähen Rückstande, den man durch einen am Boden der Blase befindlichen Hahn ablassen kann, eingekocht. Die Blase bekommt dieses Hahnes alber kein Bodenfeuer, sondern steht auf einem gemauerten Klotze, urch welchen das Abzugsrohr mit dem Hahne geht, und wird durch itliche Züge geheizt. — Ist der abgelassene, tiefschwarze Rückstand ach dem Erkalten zwar fest, aber noch zähe und bei Sommertemperatur ickflüssig, so bekommt er den Handelsnamen Goudron; ist er soweit ngekocht, dass er nach dem Erkalten glasartig spröde wird und beim rschlagen muschligen Bruch zeigt, so wird er unter dem Namen sphalt verkauft. Beide Körper finden vorzüglich zur Fabrikation von achpappe, wie überhaupt als Ersatzmittel für den Steinkohlentheersphalt und den natürlichen Asphalt Verwerthung.

Das zum Klären des Paraffines benutzte Beinschwarz schliesslich ird nach seinem Gebrauche durch Auskochen mit Wasser von dem

anhaftenden Paraffin befreit, und zur gänzlichen Entfernung desselben, welches durch blosses Auskochen nicht gelingt, in horizontalen Schweelretorten durch gelindes Feuer abgeschweelt. Man giebt das Beinschwarz in Blechpfannen, die die Breite der Retorten und ein Drittel ihrer Länge besitzen, und schiebt drei dieser Pfannen in eine Retorte, in welcher sie 20—24 Stunden verbleiben. Das abdestillirte Paraffin wird in einer Condensation aufgefangen und wieder gereinigt. — Das gänzlich paraffinfreie Beinschwarz dient zur Bereitung von Superphosphat, oder kann auch nochmals ausgeglüht werden, um zur Kohlung geringerer Paraffine wieder verwandt zu werden.

8. Darstellung von Paraffin und Solaröl aus den Boghead- und Cannel-Kohlen.

Wie wir in der historischen Einleitung bereits erwähnt, bewährte sich die Mehrzahl der zu Ende der vierziger und während der fünfziger Jahre zur Paraffin- und Oelfabrikation geeignet befundenen Rohmaterialien nicht. Man erhält aus den Blätterschiefern des Siebengebirges und Hessens, aus den irischen, russischen und hannoverschen Torfen keine Theere, die unter 0,880, meistens solche, welche zwischen 0,900 und 0,920 wiegen. Die Ausbeute an brennbarem Solaröle wie an Paraffin aus diesen Theeren ist höchst unbedeutend, deren Reinigung mit grossen Unkosten verknüpft und durchaus nicht nutzbringend. Man hat daher die Aufarbeitung dieser Rohstoffe bald nach dem Entstehen der betreffenden Fabriken aufgegeben, und ebenso fielen mannigfache Versuche, andere Braunkohlen, als die des sächsisch-thüringischen Schweelkohlenbeckens, der Paraffin- und Mineralindustrie dienstbar zu machen, fruchtlos aus. Nur die schottischen Boghead- und Cannelkohlen haben sich neben der sächsischen Braunkohle als brauchbares Rohmaterial zur Erzeugung der Leuchtstoffe mit Erfolg behauptet, wenngleich die Paraffinausbeute des Theeres dieser Kohlen bei Weitem geringer ist, wie die des Braunkohlentheeres. Die Bogheadkohle ist braun bis schwarz gefärbt, ist leicht in der Richtung ihrer Lagerung spaltbar, schwer in der entgegengesetzten Richtung zerbrechlich. Ihr specifisches Gewicht liegt zwischen 1,15—1,26. Sie ist leicht entzündlich und brennt mit heller Flamme fort. Sie enthält 16—27 % Asche, welche vorzugsweise aus Thonerde und Kieselsäure besteht. Aehnlich der theerhaltigen Braunkohle zeichnet sie sich durch besonders hohen Wasserstoffgehalt aus, der auf die aschenfreie trockene Kohle bezogen ca. 11 % beträgt. Sie schweelt sehr leicht ab, ohne zu schmelzen und gibt 30—35 % Theer von 0,860 spec. Gew. Der Theer der Bogheadkohlen enthält selten mehr als 5—6 % eines zwar schön blauweissen, aber weichen

Paraffines, dessen Schmelzpunkt bei 45—46 °C. liegt. Die Oelausbeute ist in Anbetracht des niederen Paraffingehaltes entsprechend höher als die des Braunkohlentheeres. Die Darstellung des Theeres und seine Reinigung ist ähnlich der beschriebenen mit der Abweichung, dass die schottischen Fabriken in der Regel nur Rohparaffin fabriciren und dieses in Form von Schuppenkuchen an die Kerzenfabriken abgeben. Letztere befreien dieselben nach einer früher üblichen Methode von ihrem Oelgehalte; die geschmolzenen Schuppen werden mit concentrirter Schwefelsäure behandelt, gewaschen und mit Thierkohle geklärt. Schottland fabricirte im Jahre 1872 5800 Tonnen Paraffin.

Ausser in Schottland werden auch gegenwärtig Bogheadkohlen im Gouvernement Räsan in Russland von der Gesellschaft der Murajewnin'schen Kohlengruben zu Leuchtstoffen verarbeitet, die auf der diesjährigen Wiener Ausstellung ausgestellt waren. Doch scheinen hier die Verhältnisse weniger günstig zu liegen als in Schottland. Der Theer dieser russischen Kohle wiegt 0,910; eine Zahl, die auf keine grosse Ausbeute leichter Oele schliessen lässt. (Leider konnten hierüber keine Zahlen ermittelt werden.) Die Oele selbst haben schönes wasserhelles Aussehen; sie setzen sich zusammen aus:

Naphta vom spec. Gew. . .	0,780
Kerosin I (Solaröl)	0,815
Kerosin II do.	0,820
Gelbes Maschinenöl I . . .	0,880
Gelbes Maschinenöl II . . .	0,890.

Paraffin wird bis jetzt nur als Halbproduct fabricirt.

9. Das amerikanische Petroleum.

a. Zusammensetzung und Eigenschaften.

Das natürlich vorkommende amerikanische Petroleum ist der Hauptsache nach ein Gemisch der höheren homologen Glieder der Sumpfgasreihe. Es soll auch Kohlenwasserstoffe der Aethylen- und Benzolreihe enthalten, jedoch sind bis jetzt nur die ersterwähnten in ihm nachgewiesen. Ronalds wies 1865 an den Gasen des Rohpetroleums Aethylhydrid C^2H^6 und Propylhydrid C^3H^8 nach, und Schorlemmer schied aus dem Pennsylvanischen Petroleum folgende Kohlenwasserstoffe rein aus:

Pentan, oder normales Amylhydrid, C^5H^{12}. Siedep. 37—39°.
Hexan, oder normales Hexylhydrid, C^6H^{14}. Siedep. 69—70°.
Heptan, oder normales Heptylhydrid, C^7H^{16}. Siedep. 97,5—99°.

Die in den Handel kommenden amerikanischen Petroleum-Oele setzen sich zusammen aus den leichten Oelen von 0,65—0,78, deren Gemisch allgemein in Amerika Naphta heisst, dem Lampenöle oder

raffinirten Petroleum, auch Petrosolaröl oder Kerosen genannt, von 0,78—0,81, und den schweren Paraffin- oder Schmierölen (lubricating oil).

Chandler gewinnt bei der Reinigung des Rohpetroleums folgende Oele:

1. Cymogen, gasförmiges Product mit der Compressionspumpe condensirt, dient zur Eisbereitung und beginnt bei 0° zu sieden;
2. Rhigolen, mit Eis und Salz condensirt, dient als Anaestheticum und fängt bei 18,3° C. an zu sieden;
3. Gazolen, dient zur Carburirung des Leuchtgases und zur Bereitung von Luftgas;
4. Naphta (Safety oil, American safety gas, Dant forth's oil), als Fleckwasser und zum Wasserdichtmachen der Gewebe angewendet, ferner zur Denaturirung des Kerosens dienend;
5. Benzin, für Firnisse und Lack verwendbar;
6. Raffinirtes Petroleum (Petrosolaröl oder Kerosen), Lampenöl;
7. Paraffinöl, Schmieröl.

Die chemische Fabrik Eisenbüttel bei Braunschweig theilt die Destillationsproducte der amerikanischen Rohnaphta in folgender Weise ein:

Specifisches Gewicht:	Siedegrade:	
0,65—0,66	40—70° C.	No. 1. Petroleumäther (Kerosolen, Rhigolen, Sherwoodoil). Lösungsmittel für Kautschuck und Harze, Anästheticum.
0,66—0,69	70—90° C.	No. 2. Gasoline (Canadol). Zur Extraction von Oelen aus Samen etc., zur Wollentfettung und Leuchtgasfabrikation.
0,69—0,70	80—110° C.	No. 3. Benzin. Fleckwasser. No. 4. Parfümirtes Benzin. Salonfleckwasser.
0,71—0,73	80—120° C.	No. 5. Ligroine. Zum Brennen in den sogenannten Ligroinelampen und zur Fabrikation von Patentleuchtgas.
0,72—0,75	120—170° C.	No. 6. Putzöl. Zum Putzen von Maschinentheilen etc., als Terpentinölsurrogat, zum Verdünnen von Oelfarben, Lacken etc.

Das raffinirte Petroleum oder Lampenöl ist ein dem Solaröle ähnliches, schwach gelb gefärbtes, blau opalisirendes Oel. Sein specifisches Gewicht variirt zwischen 0,780 und 0,820; es destillirt zwischen 150 und 220° C. über. — Ausser zur Beleuchtung benutzt man das Lampenöl in neuerer Zeit vielfach zu Heizungszwecken.

Von Wichtigkeit zur Beurtheilung der Güte des Petroleums ist seine Entzündungstemperatur. Die Temperatur, bei der eine Petroleumsorte entzündbare Dämpfe liefert, der sogenannte Entflammungspunkt, liegt um einige Grade niedriger, als die Temperatur, bei der das Oel selbst sich entzündet und weiterbrennt. Für die Feuergefährlichkeit eines Oeles ist der Entflammungspunkt der massgebende. Derselbe muss bei einem ungefährlichen Oele bei einer Temperatur liegen, die das Oel während seines Gebrauches nicht erreicht. Nach eingehenden Versuchen von Chandler erlangt Petroleum während des Brennens in Glaslampen bei einer äusseren Temperatur von 28—29° C. nach einigen Stunden eine Wärme von 30—33° C.; bei 32—33⅓° äusserer Temperatur 33½—36⅔° C. In Lampen mit Metallgefässen wird das Oel bis 54° C. warm, und sind solche daher für den Gebrauch nicht zu empfehlen. Der Entflammungspunkt eines ungefährlichen Petroleums soll nach amerikanischen und englischen gesetzlichen Bestimmungen über 43° C. liegen; unvermischtes Petroleum entspricht auch dieser Forderung. Mit leichter siedenden Oelen vermischtes Petroleum aber, wie solches namentlich mit Naphta verfälscht häufig in den Handel kommt, entzündet sich bei weit niedereren Temperaturen. Ein Oel von 45° C. Entzündungstemperatur entzündet sich nach Chandler auf Zusatz von:

1%	Naphta	bei	39° C.
2%	„	„	33° „
5%	„	„	28° „
10%	„	„	15° „
20%	„	„	4° „

Derartige Oele sind also zum Brennen auf Lampen vollständig untauglich.

Nach Van der Weyde prüft man Petroleum am Einfachsten nach folgender Methode auf seinen Gehalt an leicht siedenden Kohlenwasserstoffen:

Man füllt ein an dem einen Ende geschlossenes graduirtes Glasrohr mit dem zu prüfenden Oele, verschliesst das offene Ende mit dem Finger, kehrt es um und stellt es in ein Gefäss mit Wasser, welches auf einer Temperatur von 43—44° C. erhalten wird. Bei dieser Temperatur schon flüchtige Gase oder Dämpfe werden sich in dem oberen

Theile des Rohres sammeln und entsprechend Oel aus dem Rohre verdrängen.

b. Vorkommen und Gewinnung des Rohpetroleums.

Das ausgedehnte Gebiet des Rohpetroleum-Vorkommens in Nord-Amerika umfasst den westlichen Theil von Canada und zieht sich längs des Alleghany-Gebirges vom Ontario-See bis südlich zur Grenze Virginia's und Kentucky's hin, liegt daher auf dieser Strecke in den westlichen Theilen der Staaten New-York, Pennsylvanien und Virginien und in den an den Ohiostrom grenzenden Theilen von Ohio und Kentucky. Weniger reich ist das Petroleumgebiet in California und Montana. — Die weitaus ergiebigsten Petroleumquellen liegen in West-Canada und Pennsylvanien, und wird der petroleumreichste Theil des letzteren Staates „oil creek" genannt.

Das Rohpetroleum findet sich vorzugsweise in Höhlungen, Rissen und Spaltungen des Sandsteines, häufig in muldenförmigen Becken desselben und fast immer in Begleitung von Kohlenwasserstoffgasen und salzigen Wässern. Es werden behufs Gewinnung desselben in das Gestein 5—6 Zoll grosse Bohrlöcher gestossen, aus welchen das Oel herausgepumpt wird. Anfangs tritt dasselbe durch den Druck der Gase fast immer von selbst in dem Bohrloche in die Höhe, oft mit solcher Kraft, dass ein Strahl von 40—50 Fuss Höhe das Bohrloch verlässt. Doch sobald die Expansion des Gases nachlässt, müssen die Pumpen in Wirksamkeit treten. An einigen Orten kommen beständig fliessende Quellen vor, aus welchen das Petroleum durch hydrostatischen Druck gehoben wird; diese Quellen nennt der Amerikaner „flowing wells", die ersteren „pumping wells". Die Bohrlöcher erhalten eine Tiefe von 500 bis 600 Fuss, mitunter auch von nahe 900 Fuss. Das den Bohrlöchern entströmende Gas wird vortheilhaft zur Heizung der Dampfkessel und zur Beleuchtung benutzt. Das Auftreten von Gas in schon erschöpften Bohrlöchern lässt darauf schliessen, dass in noch grösserer Tiefe ölführende Schichten vorhanden sind, doch würden Bohrungen von über 1000 Fuss Tiefe wahrscheinlich für die Rentabilität der Gewinnung schon zu kostspielig werden. Was die Ergiebigkeit der Bohrlöcher betrifft, so steigt diese oft mit der Tiefe derselben; meistens liefert ein Bohrloch 200—500 Fässer (zu $2^3/_4$ Ctr.) täglich. Die grössten Quellen Pennsylvaniens geben eine tägliche Ausbeute von 1000—1300 Fässern Rohpetroleum.

Ueber die Bildung der natürlich vorkommenden Erdöle sind verschiedene Hypothesen aufgestellt worden. Nach der Ansicht amerikanischer Geologen soll das Erdöl durch langsame Zersetzung vegetabilischer

und thierischer Substanzen, aus Seepflanzen, namentlich Fucusarten, und ehemaligen thierischen Meeresbewohnern entstanden und durch sehr langsame Destillation von den tieferen Formationen in die höheren Gesteinsschichten gelangt sein. — Die Thatsache ferner, dass Erdölquellen in Amerika sowohl, als auch an allen ihren übrigen Fundorten der Erde immer in Verbindung mit Kohlenwasserstoffgasen und Salzquellen stehen, giebt einer anderen Ansicht Berechtigung, die annimmt, dass unter den Erdölablagerungen Steinsalz lagert, welches nach den Beobachtungen von Dumas, H. Rose und Bunsen oft comprimirten Kohlenwasserstoff enthält und dass dieser durch Auflösen des Salzes frei wird, theilweise als Gas entweicht, theilweise stark comprimirt wird und als Oel zum Ausströmen gelangt. Bunsen hat das durch Auflösung des Wieliczkaer Knistersalzes sich entwickelte Gas analysirt und 84,60 Theile Grubengas neben Kohlensäure, Sauerstoff und Stickstoff nachgewiesen. Es erscheint in der That möglich, dass durch Verdichtung des Grubengases seine höheren Homologen entstehen können. Schliesslich sollen sich nach Berthelot im Innern der Erde aus Kohlensäure und Alkalimetallen Acetyläre und aus diesen durch Wasserdampf Acetyl C_2H_2 bilden, welches in Petroleum überginge.

c. Reinigung des Rohpetroleums.

Das Rohpetroleum (crude oil) wird jetzt nur einer Destillation unterworfen. Das pennsylvanische Oel wird ohne vorherige Reinigung destillirt, das Destillat nach seinen Siedepunkten getrennt und das Petroleum durch kalte Behandlung mit 3—5% englischer Schwefelsäure geschönt. Die Destillation wird nicht zur Trockne getrieben, sondern der Rückstand durch weitere Destillation zu Paraffin und Schmierölen verarbeitet. In den pennsylvanischen Raffinerien selbst wird das Rohpetroleum mit rauchender Schwefelsäure behandelt und über concentrirter Natronlauge destillirt. Das canadische Oel ist bedeutend unreiner, als das pennsylvanische, hat namentlich einen sehr widerlichen Geruch, den letzteres nicht in dem Maasse besitzt und muss daher stets vor der Destillation mit Schwefelsäure gemischt und dann über Lauge destillirt werden.

In Canada geschieht nach Klostermann die Destillation in grossen schmiedeeisernen Gefässen in Dampfkesselform, von denen die kleinsten 200—1000 Barrels (á 2¾ Ctr.), die grössten 6000 Barrels fassen. Die Stills stehen sämmtlich im Freien ohne Gebäude. Die horizontalen Kessel ruhen ringsum auf 2 Fuss starken Mauern; die hintersten zwei Fuss des Apparates sind vermauert, die obere Hälfte mit einem Schutzmantel von schwachem Blech umkleidet, die vordere Stirn und die

untere Hälfte, unter welcher das Feuer hinstreicht, ist frei. Die Heizung geschieht an vielen Orten durch Gas (aus Theer, dem Blasenrückstand erzeugt) und Wasserdampf von 5—10 Pfd. Spannung, die in ein gemeinschaftliches Rohr geführt werden und zu gleicher Zeit ausströmen. Die Flamme geht 5—6 Fuss unter dem Boden der Blase auf directem Wege in den Schornstein. Die Condensation besteht aus 5 Stück 2" weiten, 50—60 Fuss langen schmiedeeisernen Rohren, welche in einem gegenseitigen Abstande von 1 Fuss von der oberen Seite der Still abgehen und mit Fall durch hölzerne, mit Wasser gefüllte Kasten gelegt sind. Neben den Abgangsrohren ist in der Regel noch ein Sicherheitsventil angebracht. Nachdem das Oel abdestillirt, wird der Kessel 2 Tage lang gekühlt und der Rückstand zur Paraffin- und Schmierölgewinnung auf gusseiserne Blasen gepumpt. — Neben den liegenden Stills sind auch noch stehende, in der Form eines grossen geschlossenen Gasometers in Anwendung; diese Kessel werden durch an der Peripherie des Bodens angebrachte Feuerungen geheizt und sind in der Lage ihrer Mittelachse durch ein verticales Flammenrohr unterbrochen, welches für die unter dem Boden von der Peripherie nach der Mitte zu streichenden Feuer als Schornstein dient. Ein in Pittsburg arbeitender Kessel dieser Gestalt hat bei einem Durchmesser von 18 Fuss und einer Höhe von 16 Fuss 18 peripherische Feuerungen, die mit Steinkohlen bedient werden; parallel seiner Wandung ist ein verticales, mit dem Inneren durch Stutzen communicirendes Rohr angebracht, welches in verschiedenen Höhen mit Hähnen versehen ist, durch welche man während der Destillation den Stand der Flüssigkeit ermittelt. An dem oberen Deckel des Apparates führt neben dem Sicherheitsventil ein Rohr von 2 Fuss Durchmesser die Gase weg und geht in Schlangenwindungen, allmählich sich bis auf 6 Zoll verjüngend durch ein grosses hölzernes, mit Wasser gefülltes Bassin. — Der Destillationsrückstand wird mit Luft durch einen am Boden befindlichen Hahn herausgedrückt. — Als Oelreservoirs dienen in Pennsylvanien sehr oft Gasometer, die in gemauerten Bassins unter Wasserverschluss stehen.

Nach Klostermann werden aus dem Crude Oil in Canada 60 bis 65 %, in den Staaten 80 % weisses Oel gewonnen. Derselbe erhält aus dem Blasenrückstande des canadischen Petroleums 10—12 % Paraffin von 52—54° C. Schmelzpunkt. Canadisches Rohpetroleum enthält 3, pennsylvanisches 2 Procente Paraffin.

Chandler theilt folgende Ausbeute an Destillationsproducten von pennsylvanischem Rohpetroleum mit:

Gazolen	1,5
Raffinirte Naphta . .	10,0
Benzin	4,0
Lampenöl (Kerosen). .	55,0
Schmieröl	17,5
Paraffin	2,0
Verlust, Gas und Coaks	10,0
	100.

Nach dem „Titusville Herald" betrug im Jahre 1872 die Production an Rohpetroleum:

In Canada	530,000 Fass
in Pennsylvanien	6,539,000 „
in Westvirginien, Ohio und Kentucky	325,000 „
	7,394,000 Fass (à 2¾ Ctr.),

oder mehr als 20,000 Fass pro Tag.

Nach den neuesten Berichten beträgt der fast täglich sich steigernde Oelertrag jetzt 30,000 Fass pro Tag.

Die Gesammtausfuhr aus den Vereinigten Staaten im Jahre 1872 betrug:

Rohes Petroleum . . .	363,736 Fass
Raffinirtes Petroleum . .	2,951,310 „
Naphta und Rückstände .	182,298 „
Im Ganzen	3,497,344 Fass.

Dazu war der Vorrath in Pennsylvanien am 1. Januar 1873 11,000,000 Fass.

10. Das galizische Petroleum und der Ozokerit.

a. Das Petroleum; Eigenschaften, Vorkommen und Reinigung.

Das aus dem galizischen Bergöle dargestellte Petroleum, welches in Oesterreich die Stelle des amerikanischen Petroleums vertritt, ist diesem in seiner Zusammensetzung und seinen Eigenschaften vollkommen ähnlich. Der ölführende Landstrich zieht sich am Nord- und Nordostabhange der Karpathen in einer Breite von etwa 4 Meilen von Limanowa in West-Galizien bis in die Bukowina und Moldau hin. Das Rohöl, in Galizien „Ropa" genannt, welches sich ähnlich dem amerikanischen im Sandsteine in Begleitung von Gasen und Salzwasser findet, wird aus gezimmerten Schächten, die 200—300 Fuss tief sind, entweder mit Eimern herausgeschöpft oder durch Dampf- oder Handpumpen herausgepumpt. — Der Qualität nach ist das in Westgalizien geförderte

Oel von dem ostgalizischen wesentlich verschieden, und zwar ist diese Verschiedenartigkeit bedingt durch einen bis 10% steigenden Paraffingehalt des Letzteren, der dem Ersteren ganz abgeht. Nach GINTL giebt

1. Bergöl von Bobrka (Polanka, Westgalizien):

Leichtflüssige Oele	20 Theile
Leuchtöle von 40° B. (d. i. 0,824)	50 „
Schwere Oele	10 „
Theer (Blasenrückstand)	10 „
Verluste	10 „
	100 Theile.

2. Bergöl von Boryslaw (Ostgalizien):

Leichtflüssige Oele	20 Theile
Oele von 32° (d. i. 0,864, wahrscheinlich noch stark paraffinhaltig)	50 „
Paraffin	8 „
Theer	8 „
Verluste	14 „
	100 Theile.

Die Rectification des galizischen Oeles geschieht ähnlich der des amerikanischen. Es wird entweder vor der Destillation gesäuert und destillirt oder ungesäuert destillirt und das Oel geschönt. Die stark paraffinhaltigen Oele müssen zweimal destillirt werden.

Im Jahre 1871 betrug die Production in Galizien und der Bukowina ca. 200,000 Wiener Ctr.; aus Roman in der Moldau, wohin das in Moinestie nächst Okna gewonnene Oel gelangt, wurden 21,800 Ctr. Rohpetroleum nach Oesterreich importirt, während die moldauischen Länder selbst 4200 Ctr. consumirten.

b. Der Ozokerit; Zusammensetzung, Eigenschaften, Vorkommen und Reinigung.

Der Ozokerit, in Galizien Erdwachs, auch Bergwachs genannt, ist einer der edelsten, natürlich sich vorfindenden Kohlenwasserstoffe. Er hat eine dem Paraffin fast gleiche Zusammensetzung von 85,75 C. und 15,15 H. und scheint ein Gemisch verschieden schmelzbarer Paraffine zu sein. Seine Structur ist jedoch der des Paraffines gänzlich unähnlich, vielmehr der des Wachses zu vergleichen. Er wechselt je nach seinem Vorkommen in Structur, Härte und Farbe sehr bedeutend und erscheint dicht, faserig oder blätterig. Der Schmelzpunkt variirt von 60—80° C., die Farbe von einem hellen Wachsgelb bis zu einem dunklen, grünlichen Braun. Ein Zwischenproduct zwischen Erdöl und

Erdwachs, welches butterweich und von grünlich dunkelbrauner Farbe ist, wird unter dem Namen Centrebal gewonnen. Geschmolzen erhält er immer eine dunkele, fast schwarze Färbung, welche wahrscheinlich durch Austreibung der in ihm enthalten gewesenen Luft bewirkt wird; beim Erstarren erleidet er eine bedeutende Contraction. Er findet sich in seinen härteren Abarten in Ritzen des Sandsteines oder Schieferthones am Nordrande der Karpathen in der Umgegend von Boryslaw und Drohobicz vor und wird in unterirdischen Strecken sammt dem ihn umschliessenden Gebirge gewonnen und ausgeklaubt. Sehr oft enthält er faserigen Gyps und Steinsalzkrystalle eingeschlossen. In grösseren Massen tritt er in Hohlräumen, meistens als weichere Sorte, sogenanntes Blasenwachs, auf; dieses Blasenwachs wird durch den Druck der im Innern des Gebirges sich entwickelnden Gase in den Schacht gedrückt oder geblasen. Die Tiefe der wachsführenden Schichten beginnt bei 60 Fuss und reicht bis gegen 300 Fuss; wahrscheinlich sind aber auch in grösserer Tiefe Ablagerungen vorhanden. Am Orte der Gewinnung wird er über freiem Feuer oder mit Dampf geschmolzen, von der sich absetzenden Gebirgsart durch Abschöpfen getrennt und in zuckerhutförmige Formen gegossen. In diesen 1—2 Ctr. schweren Stücken wird er an die inländischen Raffinerien oder in's Ausland versandt. In Galizien wird ler Ozokerit destillirt, das Destillat, ein Gemisch von Paraffin und Oelen, der Krystallisation überlassen, die Schuppen daraus durch Pressung gewonnen und das abgepresste Oel rectificirt. Die Schuppenkuchen werden geschmolzen, mit Schwefelsäure behandelt, gewaschen, mit eichten Oelen gemischt, gepresst und schliesslich gekohlt. Es ist ies jedoch eine unvollkommene Methode, und erzeugen die galizischen 'abriken daher auch nur gelbes Paraffin. Field & Siemssen in London rhalten aus den mit Schwefelsäure behandelten, mit Wasser gewaschenen nd ohne weitere Behandlung mit Oelen direct mit Thierkohle digerirten chuppenkuchen schönes, blauweisses Paraffin von 59—61° C. Schmelzunkt, welches sie zu gut brennenden Kerzen, den sogenannten Ozokeriterzen, vergiessen. — Man kann schliesslich bei sorgfältigem Arbeiten ie aus dem Erdwachs-Destillate erhaltenen Presskuchen ohne Schwefelsure und nur unter Anwendung leichter Oele und mit Thierkohle reinigen. benso braucht man die Oele vor den Rectificationen nicht mit Schwefelsure zu behandeln, sondern hat nur nöthig das fertige Petroleum dem ischprocesse mit Schwefelsäure zu unterziehen.

Man erhält aus dem Ozokerit etwa 82% fertige Producte und var:

Paraffin	36 %
Petroleum	25 %
Schmieröle	21 %
	82 %.

In neuerer Zeit ist es gelungen, den Ozokerit direct zu bleichen, d. h. ihn ohne Destillation zu einem weissen, wachsähnlichen Körper von 65—70 °/₀ C. Schmelzpunkt zu reinigen. Dieser dem Bienenwachse äusserst ähnliche Körper ist mit dem Namen Ceresin belegt worden und dient als Surrogat des Wachses. Ihn ohne Zusatz zu brauchbaren Kerzen zu verarbeiten, ist leider noch nicht gelungen. Die Darstellungsmethode des Ceresins ist bis jetzt nur wenigen Fabriken bekannt und muss daher als Geheimniss bewahrt werden.

In dem Landstriche von Limanow bis Peczenizyn (an der Bukowinagrenze), der 60 Meilen lang ist, werden jetzt in ungefähr 151 Ortschaften Bergöl und Ozokerit gewonnen.

11. Anderweitige natürliche Verkommen von Paraffinen und Mineralölen.

Ozokerit findet sich ausser in Galizien in kleinen Quantitäten in der Moldau und in Ungarn; in bedeutenden Ablagerungen kommt es unter dem Namen Neft-gil auf der Insel Tschelekän an der Ostküste des caspischen Meeres und an dessen Westküste auf der Insel Swätoi-Ostrow in der Nähe der Insel Apscheron im Kaukasus vor und wurde hier in ähnlicher Weise, wie dies heute in Galizien geschieht, gereinigt. Auf Tschelekän und auf der Halbinsel Apscheron befinden sich auch gegen 3500 Erdölbrunnen, die jährlich etwa 60,000 Ctr. Oele in verschiedener Qualität in den Handel bringen.

Sehr umfangreich sind ferner die Erdölgewinnungen in Birma in Hinterindien, wo an den Ufern des Irawaddy in der Nähe von Rangun ein dickflüssiges paraffinhaltiges Oel, das sogenannte Rangunöl, aus Brunnen geschöpft wird. Es sollen jährlich gegen 400,000 Fässer à 6 Ctr. dieses Oeles exportirt werden. De la Rue verarbeitete dieses Oel schon in den fünfziger Jahren in England und stellte Sherwood-Oil, Solaröl und Paraffin, in England Belmontin genannt, aus demselben dar.

Aus 100 Theilen des indischen Rangunöles werden jetzt erhalten:

Leuchtöle . . .	41 Theile
Schmieröle . . .	40 „
Paraffin	6 „
Asphalt	5 „
Verlust	8 „
	100 Theile.

Auch Japan scheint ausserordentlich reich an Mineralölen zu sein; es wird hier in 4—5 Fuss tiefen Löchern rohes Oel gewonnen. Die japanesische Regierung beabsichtigt, Raffinerien im Lande anzulegen und die gesammte Küste Japans mit Mineralöl zu erleuchten.

In kleinen Mengen findet sich Erdöl an vielen Orten der Erde. In Europa namentlich in Bechelbronn bei Weissenburg im Elsass, am Tegernsee in Bayern, bei Neufchatel in der Schweiz, zu Sehnde bei Hannover, Kleinschöppenstedt in Braunschweig, bei Coalbrookdale in England, in den Pyrenäen, in der Nähe von Parma, in Croatien, der Militärgrenze, in Ungarn und Siebenbürgen.

Vorzugsweise paraffinhaltige Kohlenwasserstoffe finden sich häufig in Form von Asphalt oder Pech in der Natur vor. Schiefrige Gesteinsmassen, welche von diesem verdickten Oele durchdrungen sind, wie solche in England auftreten, heissen bituminöse Schiefer. In Trinidad wird der pitch-lake aus derartigem Pech gebildet, welches gegen 2% Paraffin enthalten soll, und ähnliche Massen kommen in Cuba, Peru und Nicaragna vor. — Im Alterthume hat man in der Nähe des todten Meeres, das früher Lacus asphaltites hiess, und in Mesopotamien Bergtheer oder Asphalt gewonnen, dessen man sich beim Bauen in Babylonien als Mörtel bedient haben soll.

Dr. **Max Albrecht.**

Gasbeleuchtung.

1. Geschichtliches. 2. Die Steinkohle als Rohmaterial zur Gasfabrication. 3. Darstellung des Steinkohlengases. 4. Physikalische und chemische Gasreinigung. 5. Messung, Aufbewahrung und Leitung des Gases. 6. Die Gasuhren. 7. Die Regulatoren der Consumenten. 8. Die Apparate zur Verwendung des Gases zu Leucht- und Heizzwecken. 9. Photometrie. 10. Specifisches Gewicht. 11. Chemische Analyse des Gases. 12. Nebenproducte und Fabricationsrückstände. 13. Oelgas. 14. Leuchtgas aus anderen Rohmaterialien. 15. Carburation des Leuchtgases.

1. Geschichtliches.

Seit vielen Jahrhunderten beobachteten an den verschiedensten Punkten des Erdballs die Menschen dem Erdboden entsteigende Dunst- und Feuersäulen, die Anfangs Furcht und Schrecken, darauf Erstaunen und göttliche Verehrung, praktischen Individuen jedoch schliesslich den Gedanken einer Nutzanwendung erregten.

Die Mohamedaner, südlich vom caspischen Meere, in der Gegend von Bacu, woselbst die östlichen Kaukasusausläufer viel bituminösen Schiefer enthalten, bedienen sich des aus dem dürren Boden strömenden brennbaren Gases zu ihren häuslichen Verrichtungen spätestens schon im Mittelalter, so zwar, dass sie bis zu der durchlassenden Schicht ein Rohr in den Boden stossen und die aus demselben steigenden Gase angezündet, zum Beleuchten, Ziegelbrennen und Kochen verwenden.

Eben so frühzeitig dampfen die Chinesen in der Provinz Ou Tong Kiao mittelst der der Erde entströmenden Gase ebenda gewonnene Salzlauge ab und documentiren dadurch ihren praktischen Sinn.

Jedoch den Europäer allein befähigte sein geistiges Element über das Phänomen selbst hinaus, nach dem Grund solch merkwürdiger Naturerscheinungen zu forschen und darüber im Klaren dann künstlich solche Gasströme selbst zu erzeugen.

Der Engländer Th. Shirley setzt in den „Philosophical transactions" von 1667 in einer besonderen Abhandlung auseinander, dass der Grund einer brennenden Quelle in den Kohlenbergwerken von Wigan in Lancashire nicht das Wasser, sondern das mit demselben gemischte Gas

sei, und dieses seine Entstehung den vorhandenen Steinkohlenlagern verdanken müsse.

Die wissenschaftliche Welt nahm Act von SHIRLEY's Meinungen über das brennbare Gas in Kohlenbergwerken und suchte aus Fossilien solches Gas zu erzeugen. Der seiner Zeit bedeutende Chemiker, Leibarzt und Professor J. J. BECHER, geb. 1625 zu Speier, veröffentlicht in einem 1682 zu Frankfurt erschienenen Buche seine Versuche, in Holland Torf und später in England Steinkohlen der trockenen Destillation zu unterwerfen, wobei er Coak, Theer und ein lebhaft brennendes Gas erhielt.

Ein Zeitgenosse beider Gelehrten, Dr. CLAYTON, bestätigte auf Grund eigener Beobachtungen die von TH. SHIRLEY aufgestellte Ansicht bezüglich des Brunnenschachtes in Lancashire und gelangte bei Versuchen, die ihm den innigen Zusammenhang zwischen Steinkohle und brennendem Gas lehren sollten, anscheinend unabhängig von J. J. BECHER, zu gleichen Resultaten wie dieser. CLAYTON sagt, dass sein aus Wigan-Kohlen erhaltener „flüchtiger Geist" sich nicht verdichten lasse, Brennbarkeit besitze und durch Aufbewahren in dünnen Thierblasen von letzterer viel einbüsse.

Von diesen Versuchen, die man erst 1739 in den Verhandlungen der Königlich grossbritannischen Gesellschaft erwähnt findet, unabhängig ist eine ausgeführte Destillation von Newcastle-Kohlen, die Dr. HALES 1726 gelegentlich der Bearbeitung seiner Pflanzenstatik darin beschreibt. Wie richtig dieser Forscher experimentirte, geht daraus hervor, dass er angiebt, er habe aus 158 Grain Kohle 180 Kubikzoll Gas erhalten, ein Resultat, wie es auch unseren heutigen Erfahrungen noch entspricht.

Dem vielfachen Missgeschick und dadurch erzeugten unsteten Wesen des Deutschen, sowie der nackten Gelehrsamkeit obiger Engländer ist es zuzuschreiben, dass man eine praktische Seite den angestellten Versuchen nicht abzugewinnen vermochte, und die Darstellung leuchtenden Gases aus Steinkohlen fast ein ganzes Jahrhundert „Experiment" blieb.

Dr. WATSON, Bischof von Lundlaf, hob zwar schon 1767 in seinen „chemischen Untersuchungen" die Beständigkeit des Kohlengases beim Durchleiten durch Wasser hervor, doch erst im vorletzten Jahrzehnt des verflossenen Jahrhunderts wurden England und Frankreich so ziemlich gleichzeitig der fruchtbare Boden, auf welchem das wissenschaftliche Princip der Darstellung von Gas aus Steinkohlen an der Hand genialer Menschen in das praktische Leben übertragen werden konnte.

1786 wurden die Coaksöfen des Lord DUNDONALD zu Culross Abbey zur Beobachtung oder Verwerthung der Condensationsproducte mit ge-

meinschaftlichen Kühlvorrichtungen versehen und das Betriebspersonal benutzte mit Seiner Lordschaft Einwilligung die entstehenden Gasarten mittelst sehr primitiver Vorrichtungen zur nächtlichen Beleuchtung der Fabrikräume.

William Murdoch, Ingenieur bei den Minen in Cornwall, von grossem Scharfsinn für's Praktische, beschäftigte sich mit Erhitzung der Steinkohlen in eisernen Retorten, sammelte das Gas in Schweinsblasen auf, leitete es später durch Röhren auf 70 Fuss Weite fort und beleuchtete 1792 sein Haus zu Redruth mit Gas, verband sich in richtiger Erkenntniss der Bedeutung seiner Arbeiten über Kohlengas mit Boulton und Watt, Besitzer einer grossen Maschinenfabrik in Sohofoundry zur Realisirung seiner Pläne, und beleuchtete nach Ueberwindung vieler Schwierigkeiten schliesslich 1803 die Fabrik von Soho, führte also von diesem Moment an die Gasbeleuchtung in's praktische Leben ein.

1805 folgte die Beleuchtung der mechanischen Spinnerei von Philips und Lee in Salford und unter Leitung von Murdoch's Schüler, S. Clegg, die Beleuchtung eines gleichartigen Etablissements von Henry Lodge bei Halifax; man wendete erst vertical stehende, dann schräge, endlich horizontalliegende, eiserne Retorten zur Erzeugung des Gases an und sammelte es in Behältern auf, die im Prinzip den modernen glichen; jedoch bildete das Sperrwasser den Wasch- und Reinigungsapparat. Zur Verbrennung dienten Argand- und dreistrahlige Brenner mit Hähnen.

Ein Mann von hellem Kopf, einem braven Charakter und gediegener wissenschaftlicher Vorbildung, der Ingenieur des ponts et chaussées, Ph. le Bon, beschäftigte sich während der 90iger Jahre vorigen Jahrhunderts viel mit den Producten der trocknen Destillation des Holzes. Die Verwerthbarkeit des erhaltenen Gases, Theeres und der Kohle, suchte er in einem einzigen Apparat durch Erzeugung von Wärme, Kraft und Licht seinen Landsleuten vorzuführen und nannte den 1796 zuerst zu Paris ausgestellten Apparat Thermolampe, womit er nun Ateliers erwärmen und erleuchten wollte.

Technisch weniger gebildet stellten sich der Ausführung seiner auf rein wissenschaftlichen Principien gegründeten Ideen Schwierigkeiten mannigfacher Art entgegen, und diese wurden schliesslich, da das Gespenst des rothen Aufruhrs den Sinn für Industrie in Frankreich temporär lahm legte, sein materieller Ruin, der nicht durch späteren Uebergang zu Steinkohlen als Material für seine Versuche aufgehalten werden konnte.

Le Bon stirbt 1802, nicht vergessen von einem Abenteurer mit

gründlicher Menschenkenntniss, dem deutschen Hofrath WINZLER, WINZER oder WINSOR, der sowohl LE BON in seinem Atelier zu Paris öfters besuchte, als auch in England sich über MURDOCH's Erfindung bei diesem selbst auf's Genaueste informirt hatte.

Nicht das geringste Verdienst um die Erfindung der Gasbeleuchtung stand diesem Mann bei Seite, und dennoch wird durch seinen rastlos thätigen Geist die Gasbeleuchtung in bisher unbetretene Bahnen gelenkt; er nahm sich vor, das Gas in grossen Städten zur Strassenbeleuchtung einzuführen und hat mit allen ihm sich darbietenden Mitteln, durch Eloquenz, Witz, Satyre, Geld, Schaustellungen etc. seinen Zweck erreicht, freilich sich selbst dabei schliesslich unmöglich gemacht.

Der Boden für seine ersten Versuche in dieser Richtung war London. Zur blossen Schaustellung unterhielt man 1808 in Pall-Mall einige Gaslampen, erbaute sodann die ersten 3 Gasanstalten für öffentliche Beleuchtung im Westminsterviertel und beleuchtete 1813 die Westminsterbrücke zum ersten Mal mit Gas. Ihr folgte die Pfarrei St. Margareths 1814. 1816 bestätigte eine Parlamentsacte ein Patent für öffentliche Beleuchtungsanlagen über ganz Grossbritannien. Die unendlichen Schwierigkeiten, die WINSOR in London entgegentraten, mögen wohl Grund gewesen sein, dass er gleichzeitig in Paris sein Glück versuchte.

1813 liess der Präfekt der Seine, Graf CHABROL, die durch WINSOR angeregte Frage der Gasbeleuchtung studiren und sodann die Erlaubniss zur Errichtung einer Gasanstalt ertheilen. Ohne materiellen Erfolg beleuchtete man 1815 das Palais Royal, das Luxemburg und Odeon.

Im Jahre 1820 erbaute PAUWELS auf Befehl der Regierung für das Theater und Quartier des Luxemburg eine kleine Gasanstalt. Zwei grosse Anstalten erhoben sich bald darauf und fast gleichzeitig: die eine unter dem Namen „französische Gesellschaft", gegründet durch PAUWELS und die andere, die englische Gesellschaft, gegründet durch die Herren MANBY und WILSON 1824. Bald nachher theilten sich 6 Gesellschaften in die verschiedenen Quartiere der Stadt. Die Concurrenz führte zahlreiche Uebelstände herbei, besonders in Betreff der Grenzgebiete der unterirdischen Leitungsröhren und die Verschmelzung der sämmtlichen Gesellschaften fand am 25. December 1855 statt, indem die „Pariser Gesellschaft" das Ganze in die Hand nahm.

Nach Deutschland kam die Gasbeleuchtung später, hatte aber nicht mit so viel Schwierigkeiten als in England und Frankreich zu kämpfen, weil die Gelehrten, welche dort wahrhaft fulminant gegen die neue Erfindung auftraten, hier den Verlauf der Sache durch mannigfaltige Ver-

suche selbst unterstützten und vieles sogar an der Darstellungsmethode verbesserten.

Vor allem sei hier LAMPADIUS in Freiberg erwähnt. Auch seitens des Publikums fanden wenigstens in Berlin die Gasanlagen nicht einen Augenblick Anstoss, noch Anfeindung, sondern erfreuten sich allgemeinster Theilnahme.

Im Namen einer englischen Gesellschaft, der „Imperial Continental Gasassociation", schloss der General CONCRÈVE 1825 mit Berlin den Contract ab, die Beleuchtung der Stadt durch Gas einzuführen.

1826 wurden Berlin und Hannover durch die Engländer beleuchtet, in Dresden scheiterte das Project an dem Willen des Monarchen. Commissionsrath BLOCHMANN führte daselbst mit Königlichem Auftrag die öffentliche Beleuchtung 1828 aus; er wurde der Begründer einer hervorragenden Richtung der Gasindustrie, eine völlige Fachschule bildete er heran und baute im Lauf der Jahre die Anstalten zu Leipzig 1837 und 1838, in den 40ger Jahren: Breslau und Prag.

KNOBLAUCH und SCHIELE eröffneten nach viel Schwierigkeiten in ihrer Vaterstadt Frankfurt a M. 1828 die erste Gasanstalt, sollten aber Dank und Lohn ihrer vielen Mühen nicht lange geniessen, da der damalige Staat Frankfurt der Imperial Continental Gasassociation, die auf deutschem Boden sich sehr wohl und sicher fühlen lernte, 1844 die Concession zum Bau einer Concurrenz-Anstalt ertheilte.

Umgekehrt verfuhr Berlin in demselben Jahre. Jene monopolisirende englische Gesellschaft hatte hier so enorm hohe Preise in ihrem bis 1847 währenden Contract erzielt, dass der Magistrat nach dieser Zeit eine bedeutende Ermässigung verlangte und nach hartnäckiger Weigerung resolut sich entschloss, durch Errichtung städtischer Gaswerke mit den Engländern zu concurriren. 1844 wurde der verdienstvolle BLOCHMANN mit dem Bau der communalen Werke beauftragt und eröffnete am 1. Januar 1847 die Anstalt am Stralauer-Platz, die in den letzten Jahren noch bedeutend erweitert worden ist.

In Nordamerika stiess im Anfang des 19. Jahrhunderts die Einführung der Steinkohlen als Brennmaterial wegen der bequemen Feuerung mit dem massenhaft vorhandenen Holze auf Schwierigkeiten. Diese zu überwinden unternahm der bei Baltimore an einer Steinkohlengrube als Inspector angestellte Mr. HENFREY. Er befreite die Steinkohle durch Erhitzen in einem geschlossenen Cylinder von dem Rauch und diesen — das eben Lästige — leitete er durch Röhren in Fässer zu seiner Absonderung.

Als bei dem in einem Keller aufgestellten Apparat zufällig ein thönernes Leitungsrohr platzte, die Arbeiter mittelst Licht den R[illegible]

entdecken wollten, fing das aus demselben entströmende Gas Feuer und beleuchtete als eine mächtige Feuersäule blendend den Keller, wie die auf's Höchste erschrockenen und erstaunten Arbeiter. HENFREY wollte nur Coak darstellen; er erkannte nach mehreren Versuchen, dass aus den Kohlen sich grosse Mengen Gas erzielen liessen, speculirte damit, experimentirte vor seinen Landsleuten mit dem dargestellten Gas an einem auf dem Wasser schwimmenden Boot, erzielte damit ihre hohe Aufmerksamkeit und wurde somit der Vater der Gasbeleuchtung in Nordamerika. Baltimore wurde 10 Jahr eher mit Gasbeleuchtung beschenkt, als London.

Im Verlauf der Fortschritte in der Gasbeleuchtung findet man sodann 1815 das Patent von JOHN TAYLOR verzeichnet, aus Oel Leuchtgas zu bereiten. 1819 fand Professor DANIEL, dass auch Harz das Rohmaterial für ein blendend leuchtendes Gas abgebe; in selbem Jahre comprimirte D. GORDON das Gas in metallene Cylinder und machte es auf diese Weise transportabel. Auch die Ideen des unglücklichen LE BON, aus Holz ein Leuchtgas zu erzielen, griff man wieder auf. Jedoch erst dem verdienstvollen Forscher v. PETTENKOFER in München gelang es zu zeigen, wie der hohe Sauerstoffgehalt des Holzes für die Darstellung eines stark leuchtenden Holzgases unschädlich zu machen sei.

2. Die Steinkohle als Rohmaterial zur Gasbereitung.

Rohmaterial. Das Princip der Gasbeleuchtung ist dasselbe, wie das der gewöhnlichen Beleuchtung; nur bilden sich in Lampen und Kerzen, die von der trockenen Destillation erzeugten brennbaren Gase durch den Contact des Dochtes mit Material nahe am Ort der Verbrennung, und in sofern könnte man von ökonomischen Rücksichten abstrahirend berechtigt sein, zu sagen, die Gasbeleuchtung sei ein Rückschritt des Beleuchtungswesens, da beispielsweise eine Kerze sämmtliche Momente einer Gasfabrik — Darstellung und Verbrennungs-Mechanismus — in sich vereinigt.

Die Natur unserer althergebrachten Beleuchtungs-Materialien nehmen unter allen Rohstoffen für Beleuchtung zweifelsohne den ersten Rang ein und desshalb könnten Wachs, Talg, fette Säuren, Oele, ja auch flüchtige Kohlenwasserstoffe der bituminösen Schiefer, Braunkohlen, der Naphta und der Harze ebenso gut, ja am besten zur Herstellung von Licht und Gas dienen; doch wird sich im Verlauf zeigen, wie wenig sie sämmtlich zur Geltung gelangen, respective wie sie in den Hintergrund durch Benutzung eines Materials gedrängt sind, ohne dessen Existenz der ganze industrielle Impuls des heutigen Europa's nicht möglich wäre. Die Steinkohle ist vor allen Rohstoffen derjenige, wel-

cher im allgemeinen am Vortheilhaftesten zur Gaserzeugung verwendet wird, da ihr Preis im Vergleich zu obigen Körpern kein hoher ist und einerseits den Coak beim Vergasen hinterlässt, dessen Werth dem der verwandten Steinkohle in vielen Fällen fast gleichkommt, andererseits auch Theer und ammoniakalische Wässer erzeugt, deren Verwerthung in der Regel die Unkosten der Reinigung des producirten Gases aufzuwiegen vermag.

Nur an wenigen Orten, wo einerseits die tauglichen Steinkohlen mangeln und andererseits die harzigen Hölzer im Ueberschuss vorhanden sind, kann man die letzteren zur Production von Leuchtgas und Holzkohle verwenden.

Die Steinkohlen bekunden durch chemische, physikalische und Lagerungsverhältnisse ihre Abstammung von der Pflanzenfaser. Indem eine Vermoderung von Mosen eintritt, erscheint noch gegenwärtig fortdauernd die Bildung des Torfes. An diesen lehnt sich, aus früheren Entwicklungsperioden der Erde stammend, die Braunkohle verschiedensten Alters, so dass ihr Uebergang zur Steinkohle mehr durch Aufführung der geologischen Schichten, in denen sie auftritt, als durch specifische Eigenschaften angegeben werden kann. Die Steinkohlen bilden im älteren Flötzgebirge eine besondere Formation und werden von dem Anthracit unterlagert, welcher in engerem Begriff zu den Steinkohlen nicht mehr zu rechnen ist. Die Mächtigkeit ihres Vorkommens ist ausserordentlich verschieden und steigert sich bis zu der bedeutenden Zahl von 30 Meter (Aveyron-Becken).

Dem äusseren Ansehen nach pflegt man die Steinkohlen in Pechkohle, Schieferkohle, Cannelkohle, Grobkohle und Russkohle einzutheilen. für Gas und sonstige industrielle Zwecke unterscheidet man:

1. Backkohle, brennt mit leuchtender Flamme und ist leicht entzündlich; ihr Coak erscheint fest, oft blumenkohlartig, aufgeschwollen und zusammenhängend.

2. Sinterkohle, schwerer entzündlich, mit blauer Flamme brennend; der Coak ist zusammenhängend, aber unbedeutend geschwollen.

3. Sandkohle, nur schwer entzündlich, fast ohne Flamme brennend, bei Anwendung in Pulverform findet man auch den Coak als loses Pulver wieder.

Nicht alle Qualitäten Steinkohle sind gleich gut geeignet zur Gasfabrikation. Die Gasausbeute hängt offenbar ab von derjenigen Quantität Wasserstoff, die nicht zur Bildung von Wasser während der trockenen Destillation verwandt wird. Ein dieser Theorie günstiges Verhältniss glaubt man allgemein in denjenigen Backkohlen annehmen zu müssen, welche nicht zu hohe Coakprocente geben, mithin sich nicht

stark aufblähen. Die zur Gaserzeugung am meisten angewendete Steinkohle steht auf der Grenze der Back- und Sinterkohlen; das moiste und beste Gas geben offenbar die Cannelkohlen, welche allgemein ein festes compactes Aeussere haben, sehr feinkörnig, nicht schiefrig erscheinen, sammt-pechschwarz und schwach fettglänzend sind, jedoch einen nur kleinstückigen Coak, Breeze genannt, hinterlassen.

Neben den Hauptfactoren der Calculation entscheiden bei der Wahl der Kohlen ausser der Gasausbeute, die Qualität des erzeugten Gases, die anzuwendende Hitze und die Zeitdauer der Destillation.

Zum Verständniss des Zusammenhanges zwischen den Rohstoffen und Producten folgt hier die Zusammensetzung einiger wichtigen Kohlensorten aus Deutschland und England.

Fundort	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff	Stickstoff	Asche
Heinitz-Grube					
Saarbrücker Revier	80,53	5,06	11,91	—	2,50
Bochumer Revier					
Flötz „Präsident“	79,72	4,62	11,56	0,84	3,26
Wettiner Revier					
Löbejüner Grube „Oberflötz“	81,88	3,68	3,65	—	10,79
Waldenburger Revier					
Glückhilfgrube 2. Flötz	80,82	5,10	9,51	—	4,57
Oberschlesisches Revier					
König. Luisengrube Pochhammerflötz	77,25	4,98	13,86	—	3,91
Zwickauer Becken					
Ludwigsflötz, Segen-Gottes-Schacht	77,21	5,15	13,32	0,24	2,64
Plauensche Formation					
Gaskohle von Pottschappel	74,47	4,99	8,25	0,37	11,75
Cannelkohle v. Edinburg	67,60	5,41	12,43	—	14,57
Bogheadkohle v. Torbonne	65,34	9,12	5,46	0,71	18,68
Newcastlekohle	76,87	4,99	10,13	1,86	6,15
Anthracit v. Lamare	89,77	1,67	3,99	3,99	4,57

Deutschland, insbesondere Preussen besitzt ausserordentlich grosse Kohlenlager, so dass nicht nur eine Concurrenz im Osten Frankreichs mit französischen Kohlen, sondern sogar in Holland mit englischen Kohlen eintritt. Für die Gasfabrikation mehr oder weniger tauglich sind die grossen Lager in Saarbrücken und Westphalen, das Waldenburger Revier in Schlesien, ähnliche Lager in Oberschlesien, das Löbejüner und Wettiner Revier im Saalkreise, in Sachsen ist das Zwickauer Becken von Wichtigkeit; endlich sind in Baiern die Gegend von Kronach

auch Baden und in Hannover die Flötze in Deister, Süntel, Osterwald und um Osnabrück zu nennen.

In Paris soll man sich zur Gasfabrikation der Kohlen von Mons, Anzin, Demain und Commentry neben solchen aus dem Saarbrückener Revier bedienen, und vermeidet Kohle von St. Etienne wegen ihrer Eigenschaft, ein bei weitem schwefelhaltigeres Gas zu erzeugen; die ersteren geben durchschnittlich 230 Kubikmeter Gas pro 1000 Kilo Kohlen.

Von englischen, in Deutschland verwendeten Gaskohlen sind in erster Linie die aus Newcastle zu nennen, denen die Old und New Pelton main, Pelaw und Burnhope angehören, ferner verwendet man auch Leverson wallsend und als Zusatz Ramsay, Wigan, namentlich aber Lesmahagow, Cannel und Boghead.

Die Cannel-Kohle ist von Bedeutung für die Gasfabrikation, wenn hohe Anforderungen an die Leuchtkraft des Gases gestellt werden. Ihr Gas hat in den meisten Fällen die doppelte Leuchtkraft des Gases von Kohle aus Mons und Commentry; zu dem der schlesischen Kohlen verhält es sich meist wie 3 : 2. Der erzielte Coak ist sehr dicht aber, wie erwähnt, klein.

Mit dem Namen Boghead bezeichnet man einen in Schottland vorkommenden bituminösen Schiefer, der nur vereinzelt unter dem Mikroskop Spuren pflanzlicher Gebilde entdecken lässt; er hat nach PAYEN folgende Zusammensetzung:

Bitumen	77,0
Kieselsaure Thonerde	20,50
Kalk, Magnesia, Spuren von Schwefeleisen	1,67
Wasser	0,83

und wird nach demselben von Lösungsmitteln folgendermaassen verändert:

Terpentinöl löst bei	150° C.	= 6 %	des Bitumens.
Benzol „ „	100 „	= 1,8 „	
Schwefelkohlenstoff	20 „	= 2,25 „	

Bei langsamer Destillation in gelinder Hitze liefert er 35% eines stark paraffinhaltigen Oeles, aus dem Paraffin fabrikmässig sich gewinnen lässt.

Beim Vergasen des Boghead-Schiefers erhält man ein Gas, welches oft die doppelte Leuchtkraft desjenigen aus besten schlesischen frischgeförderten Kohlen besitzt.

Sowohl Cannel-Kohlen als Boghead-Schiefer wendet man in Deutschland, da ihr Preis ein bedeutender im Vergleich zu deutschen Kohlen

ist, ausschliesslich an um ein schwach leuchtendes Gas durch Zusatz weniger Procente jener zu der vorgeschriebenen Leuchtkraft aufzubessern; aus diesem Grunde hat ein im Süden Englands vorkommender bitumenhaltiger Schiefer, south boghead genannt, für den Continent wenig oder keine Bedeutung, da sein Gas nicht besser in der Leuchtkraft als das der deutschen guten Gaskohlen ist, und überdies mit lästigen Schwefelverbindungen beladen sein soll.

Da diese Beimengungen eines Gases auf die chemische Beschaffenheit des mineralischen Antheils in den Kohlen zurückzuführen sind und die Erfahrung bereits zeigt, dass in sehr vielen Fällen schwefelreiche Kohlen kein schwefelreiches Gas liefern, was offenbar davon abhängt, in welchem Grade der Schwefel frei oder an Eisen gebunden auftritt, so kommt es nicht selten vor, diese Erdsalze sowie auch den bei der Vergasung hinterbleibenden Coak genauer kennen zu lernen. Die Coakausbeute speciell ist sehr verschieden.

Während schlesische und Zollvereinskohle selten über 120 Volumenprocente der angewandten Steinkohle liefert, geben die westphälischen Hibernia- und Hannibal-Kohlen oft 150 Volumenprocente eines sehr guten Coaks; dem Gewicht der angewandten Kohle nach aber 70%. Heinitzkohle (Saarbrücken) liefert 130 Volum oder 60 Gewichtsprocent, Zwickauer Kohle 100—120 Volumen oder 50—50 Gewichtsprocente. Mit dem Volumen des Coaks steht seine Festigkeit im Zusammenhange d. h. sein Widerstand gegen die Kraft des Zerdrückens und kann für grosse Anstalten mit temporär 15 Meter hohen Coaklagern in so fern von grossem Belang werden, als beim Abräumen solcher Lager ein nicht unbedeutender Antheil als klein-zerdrückte Massen sich vorfinden, die kaum den vierten Theil des Werthes vom ursprünglichen Coak besitzen. Eine relative Probe für diese Widerstandsfähigkeit des Coaks besteht darin, dass man die feingepulverte Kohle mit einigen Procenten feinstem Sand mischt, in einem Porzellantiegel vergast und schliesslich den Coak-Kuchen mit einem Gewichte beschwert z. B. 0,5 Kilo.

Der Moment des Zerdrücktwerdens und somit die innere Festigkeit der Coak-Moleküle wird anhaltepunktgebend, wenn man mit verschiedenen Sandmengen und Kohlen-Sorten vergleichende Versuche angestellt hat.

Bei Versuchen im grossen Betriebe über den Heizwerth einer Coaksorte für die Retortenöfen, ermittelt man sowohl das Coakquantum, was erforderlich ist, einen in seiner Gluth bekannten Ofen während 24 Stunden gleich heiss zu erhalten, als auch das in derselben Zeit durch die Rosten fallende Quantum Brennmaterial und Schlacke.

Flüchtige Verbindungen des Rohmaterials. In ihrer Gasausbeute sind deutsche wie englische Kohlen ebenfalls sehr verschieden, weil hier nicht allein die chemische Beschaffenheit der verschiedenen Species, sondern auch die Behandlung in den Gasretorten bedingend für das Gasquantum wird. In frühester Zeit, wo eiserne Retorten angewandt wurden, konnten aus demselben Kohlenquantum nur 9 Theile Gas erzeugt werden, aus dem jetzt mit Chamotte-Retorten 11 Theile sich erzielen lassen. Nicht weniger influirend als Ofenhitze ist der Gehalt an Wasser, mit dem die Kohlen zur Vergasung gelangen; abgesehen von der eintretenden Erniedrigung der Retortentemperatur drückt der Wasserdampf als solcher die Gasausbeute unter Umständen nicht unwesentlich herab, während der Ertrag an Theer dagegen steigt. Die Ermittlung der Gasmenge kann nicht im Laboratorium des Chemikers stattfinden, sondern muss im Betriebe einer Gasanstalt geschehen. Eine Menge Nebenumstände treten im grossen Betriebe ein, bei denen dem Versuch im Kleinen nur unvollkommen oder gar nicht Rechnung getragen werden kann; daher gibt die beifolgende Tabelle über das Gas-Quantum einiger wichtigen Kohlensorten nur wirkliche Betriebsresultate an:

Deutsche Kohlen.	Kubikmeter Gas pro 100 Kilo Kohle.
Oberschlesische Kohlen	282—290
Heinitz-Kohlen v. Saarbrücken	266—272
Westphälische Gaskohlen	278—283
Zwickauer Kohlen	247—252
Kronacher und Stockheimer Kohlen	227
Deister-Kohlen	198
Englische Kohlen.	
a. Newcastle.	
Pelton main	283—312
Leverson wallsend	306
Newcastle	241—330
b. Cannel.	
Wigan	269—409
Lesmahagow	274—326
Boghead	264—430

Nicht allein das quantitative Erträgniss an Gas verleiht den Kohlen ihren relativen Werth, sondern auch die Qualität desselben ist von weitgehender Bedeutung. Diese wieder ist abhängig von den Temperaturgraden und der Destillationsperiode; zu Anfang entwickelt sich ein anders zusammengesetztes Gas, als nach mehreren Stunden und

das sich oft schon bei 50° C. entwickelte Gas ist auch anders als das bei 350° C. entstehende; schon vor dunkler Rothgluth beginnen die bis dahin erzeugten Gase sich weiter zu zersetzen; ebenso auch die erzeugten Dämpfe eigentlich flüssiger Destillationsproducte. Zum allgemeinen Verständniss aller der Körper, die bei der trockenen Destillation der Kohlen längere oder kürzere Zeit flüchtig werden, folgen die beistehenden Tabellen, deren erste die bezüglichen Körper nach chemischen Characteren, die andere nach den Fabricationseducten gruppirt:

Tabelle A.

Unorganische Verbindungen.

Wasserstoff, Wasser, Schwefelwasserstoff, schweflige Säure, Ammoniak, Stickstoff, Sauerstoff. —

Einfache Kohlenstoff-Verbindungen.

Kohlenoxyd, Kohlensäure, Schwefelkohlenstoff, Cyan, Schwefelcyan. —

Kohlenwasserstoffe der allgemeinen Formel C_nH_{2n+2}.
(Hydrüre der Alkoholradicale.)

Sumpfgas
Caproylhydrür
Caprylhydrür
Rutylhydrür.

Kohlenwasserstoffe der allgemeinen Formel C_nH_{2n}.
(Reihe des Aethylen)

Aethylen
Propylen
Butylen
Caproylen
Oenanthylen
Paraffin.

Kohlenwasserstoffe der allgemeinen Formel C_nH_{2n-2}
(Reihe des Acetylens.)

Acetylen.

Kohlenwasserstoffe der allgemeinen Formel C_nH_{2n-6}
(Reihe des Benzols.)

Benzol
Toluol
Xylol
Cumol
Cymol.

Tabelle B.

I. Leuchtgas.

a. Lichtgebende Bestandtheile.

Benzin, Naphtalin etc.
Aethylen
Propylen
Butylen
Acetylen.

b. Verdünnende Bestandtheile.

Sumpfgas
Wasserstoffgas
Kohlenoxydgas.

c. Verunreinigende Bestandtheile.

Kohlensäure
Ammoniak
Schwefelwasserstoff
Schwefelkohlenstoff.

II. Theer.

a. Neutrale Kohlenwasserstoffe.

(feste) Naphtalin
Anthracen
Paraffin
Chrysen
Pyren

(flüssige) Caproylhydrür
Caprylhydrür
Rutylhydrür
Caproylen
Oenanthylen
Benzol
Toluol
Xylol
Cumol
Cymol.

Verschiedene.
Naphtalin
Anthracen
Chrysen
Pyren.

Sauerstoffhaltige Verbindungen.
(Reihe der fetten Säuren $C_nH_{2n}O_2$)
Essigsäure.

Reihe der Phenole $C_nH_{2n-6}O$.
Phenol
Kressol
Phlorol.

Von unbekannter Constitution.
Rosolsäure
Brunolsäure.

Stickstoffhaltige Verbindungen.
Basen.
(Reihe des Anilins u. Picolins $C_nH_{2n-5}N$)
Anilin
Pyridin
Picolin
Lutidin
Collidin
Parvolin
Coridin
Rubidin
Viridin.

Reihe des Leucolins $C_nH_{2n-11}N$.
Leucolin
Lepidin
Cryptidin
Cespitin.

Verschiedene.
Pyrrol.

b. Sauerstoffhaltige Körper.
Essigsäure
Phenol
Kressol
Phlorol
Rosolsäure
Brunolsäure.

c. Stickstoffhaltige Körper.
Anilin
Pyridin
Picolin
Lutidin
Collidin
Parvolin
Coridin
Rubidin
Viridin
Leucolin
Lepidin
Cryptidin
Cespidin
Pyrrol.

III. Ammoniak-Wasser.

wesentlich: Wasser, kohlensaures Ammonium, Schwefel-Ammonium.
unwesentlich: Schwefelcyanwasserstoffsaures Ammonium.
Chlorammonium.
Schwefligsaures Ammonium.

Den unstreitig wichtigsten Platz unter den Bestandtheilen des Leuchtgases nehmen die Lichtgeber ein. Allen Gasen ist es eigen Dämpfe leuchtender, bei gewöhnlicher Temperatur flüssiger oder starrer Kohlenwasserstoffe aufzunehmen, wenn auch in ungleichem Maasse, und sie so lange aufgelöst zu behalten, bis Umstände eine Uebersättigung eintreten lassen, wo alsdann bis zur Sättigung hin eine partielle Abscheidung des aufgenommenen Körpers in der ihm eigenen Form eintritt. Lässt man durch Benzol Luft streichen, so nimmt diese so viel davon auf, dass sie entzündet mit glänzender Flamme brennt; die Menge flüssiger Kohlenwasserstoffe im Leuchtgase der Berliner städti-

schen Gaswerke ist beispielsweise gar nicht gering; es finden sich in den Wintermonaten zwischen 0,2—0,4 Volumenprocente oder auf je 1 Kubikmeter Gas circa 6—9 Gramm eines dünnöligen Liquidum's von 0,762 specifischem Gewicht, welches aus dem Gase bei 20° C. ausgeschieden, diesem 36% seiner Gesammtleuchtkraft raubt. Die Natur dieser flüssigen Producte ist noch keineswegs genügend festgestellt, man ordnet sie bis jetzt unter die allgemeinen Formeln $CnH^{2}n$ und $CnH^{2}n - ^{6}$; eine fractionirte Destillation derselben nach LINNEMANN — Thermometer im Dampf — ergab:

	%	spec. Gew.
100	44,0	0,713
100—110	23,4	0,713
110—120	7,1	0,710
120—130	7,4	0,709
130—140	6,0	0,707
140—150	3,5	0,707
Rückstand . .	7,4	—
Verlust . . .	1,2	—
	100,0.	

Von englischer Schwefelsäure wird das Oel zur Hälfte aufgenommen, mit rauchender Salpetersäure entstehen Nitroproducte, die bei ihrer Reduction schwache Reaction auf Benzol und stärkere auf Toluol zeigen; Spuren von Naphtalin lassen sich nur in der letzten Fraction, sowie im Rückstande entdecken. Da nun derartige Dämpfe bei —20° C. fast vollständig dem Gase entzogen sein dürften, weil 141 Kubikmeter Gas in den letzten Röhren des angewandten Apparates keine öligen Abscheidungen beobachten liessen und bei dieser Temperatur schon das starkleuchtende Butylen flüssig wird, kann andererseits in jenem Gas die Leuchtkraft nicht etwa allein den Oeldämpfen zugeschrieben werden, sondern muss auch wesentlich mit eigentlichen Gasarten — Elayl, Butylen etc. in Zusammenhang verbleiben.

Die Lichtträger, an sich von keiner oder unbedeutender Leuchtkraft, sind dennoch wichtige integrirende Bestandtheile des Leuchtgases. Sie verdünnen die leuchtenden Dämpfe und Gase dermassen, dass es möglich wird, das entstehende gemeinsame Gemenge in unseren Beleuchtungsvorrichtungen tadellos zu verbrennen. Nach einer von R. BLOCHMANN vom 22. Januar 1872 ausgeführten genauen Analyse des Heidelberger Leuchtgases, was folgende Zusammensetzung zeigte:

	Vol.%.
Wasserstoff	48,02
Grubengas	34,81
Kohlenoxyd	5,21
Aethylen	4,16
Butylen	2,96
Sauerstoff	—
Stickstoff	2,40
Kohlensäure	2,44
	100,00

ersieht man die ungefähren Mengenverhältnisse der drei verdünnenden Bestandtheile, wie sie auch zu verschiedenen Zeiten in demselben Gase in annähernd denselben procentischen Antheilen vorkommen; allgemein gesagt schwankt in fast allen Leuchtgasen der Wasserstoffgehalt zwischen 10 und 50 Vol.%, der Kohlenoxydgehalt zwischen 5 und 15 Vol.%. Für die Benutzung des Leuchtgases wäre es nicht gleichgültig, in welchen Mengenverhältnissen die Lichtträger unter sich auftreten. 1 Liter Sumpfgas liefert bei seiner vollkommenen Verbrennung

	9316	Wärmeeinheiten.
1 Liter Wasserstoff . . .	3088	„
1 „ Kohlenoxyd	2631	„

Die Erhöhung der Temperatur beim Verbrennen des Gases in geschlossenen Räumen würde also wesentlich geringer sein, wenn reines Kohlenoxyd der verdünnende Bestandtheil wäre. In anderer Beziehung würde wiederum reines Wasserstoffgas vorgezogen werden können, da dieses den ganz unschädlichen Wasserdampf bildet und dazu nur die Hälfte seines Volumens an Sauerstoff gebraucht, während Kohlenoxydgas zwar auch nur sein halbes Volumen Sauerstoff erfordert, aber die bei weitem weniger angenehme Kohlensäure erzeugt, das Sumpfgas endlich, als in dieser Richtung am ungünstigsten, zwei Volumen Sauerstoff zu seiner vollkommenen Verbrennung beansprucht und ein, dem Kohlenoxyd gleiches Volumen Kohlensäure erzeugt.

Obzwar nun das Wasserstoffgas in Folge dessen wohl der geeignetste Lichtträger wäre, so ist die Gastechnik doch noch nicht auf der Höhe, dass sie es in der Hand hätte, diese Bedingung zu erfüllen: Der Gehalt eines Leuchtgases an Wasserstoffgas steigt mit der zur Darstellung angewendeten Temperatur sowie mit der Dauer der Destillation, damit steht aber bei dem jetzigen Standpunkt der Gastechnik die Leuchtkraft in umgekehrtem Verhältniss. Elayl und Homologe zerlegen sich, anhaltend jenen hohen Hitzegraden ausgesetzt, erst in Sumpfgas

und einen naphtalinhaltigen Theer, dann in sich abscheidenden Graphit und Wasserstoff. Weiss man erst Bedingungen zu erfüllen, wobei keine Sumpfgas- sondern Wasserstoff-Bildung stattfindet ohne der Leuchtkraft zu schaden, so dürften die durch das vorhandene Grubengas bedingten Schattenseiten des Leuchtgases zumeist gehoben sein.

Von den verunreinigenden Bestandtheilen des Rohgases wird während der Fabrikation nur einer, das Schwefelwasserstoffgas vollständig entfernt; bei der Beschreibung der Betriebsapparate ist speciell darauf zurückzukommen und hier nur zu erwähnen, dass es bis zu 2 Vol.% im Rohgase auftritt, dass ferner durch die Reinigungsapparate jede Spur sicher und leicht entfernt wird. Seine Anwesenheit im Leuchtgas würde die bei der Verbrennung bis jetzt nicht völlig zu vermeidende Bildung von schwefliger Säure und Schwefelsäure erhöhen und dadurch leicht schädlich auf die Respirationsorgane einwirken.

Wohl alle Leuchtgase enthalten Schwefelkohlenstoffdampf, in den Retorten durch Einwirkung des aus dem Schwefeleisen der Kohle herrührenden Schwefel auf glühende Kohle entstanden. In den Reinigungsapparaten wird er nur partiell zurückgehalten, so dass in das gereinigte Gas noch so viel übergeht, dass man in London zeitweise pro 1 Cubikmeter Gas 1,899 Gramm Schwefel nachgewiesen hat, während die dortige Regierung nur 0,4577 Gramm für dieselbe Gasmenge gestatten will. Die völlige Entfernung des Schwefelkohlenstoffes aus dem Gase ist noch ungelöstes Problem und in gegenwärtiger Zeit das Hauptaugenmerk einer technischen, Königlichen und städtischen Kommission in London.

Das Ammoniak im Leuchtgase beträgt bei Anwendung deutscher Kohlen, wenn es noch nicht gereinigt ist 0,7 Vol.%; der Gehalt im reinen Gase kann bei guten Condensations-Vorrichtungen für dasselbe auf 0,002 Vol.% fallen; da es bei der Verbrennung des Gases zu Salpetersäure-Bildung Veranlassung geben kann, muss auf seine möglichste Entfernung Acht gegeben werden. Die Kohlensäure wirkt in dem brennenden Gase dadurch lichtschwächend, dass der weissglühende Kohlenstoff die Veranlassung zu einer Kohlenoxyd-Bildung ist; der Flamme wird, da CO^2 sich durch C in ^2CO zerlegt, nicht allein glühender Kohlenstoff entzogen, sondern auch nicht leuchtendes Kohlenoxydgas zugeführt und dadurch seine Lichtintensität geschwächt; trotzdem hängt ihre Entfernung von den damit verknüpften Kosten oft ab, die für grosse Anstalten gegenüber dem erzielten Nutzen meist bedeutend erscheinen. Während mannigfach behauptet wird, dass je 1% Kohlensäure dem Gase 1 Kerzenstärke an Leuchtkraft raube, fand Verfasser, dass die im Leuchtgase der Berliner städtischen Werke vor-

handenen 2,9% Kohlensäure durch ihre Entfernung das Gas nur um $^1/_2$ bis $^3/_4$ Kerzenstärken aufbessert; sie wird dort in Folge dessen im Gase belassen.

Die unwesentlichen Bestandtheile eines Leuchtgases variiren nach seiner Darstellungs- und Reinigungsmethode. Mit Wasserdampf ist es bei seinem Eintritt in den Gasbehälter bis zu 92% der Sättigung innerhalb der Temperaturen von 8—14° R. beladen und im Strassengas findet man in der Regel pro Cubikmeter circa 2,4 bis 4,4 Gramm Wasser.

Stickstoff und Sauerstoff kommen als atmosphärische Luft durch Retorten, Scrubber und Reiniger in's Gas, sind aber nur selten, ebenso wie Cyangas, von Belang.

3. Die Darstellung des Steinkohlen-Gases.

Die Retorten. Da von der Beschaffenheit der Retortenöfen zum grossen Theil die Betriebsergebnisse abhängen, so ist er ohne Zweifel der wichtigste Apparat in der Gastechnik. Seit den ersten Anfängen derselben sind fortwährend bis auf den heutigen Tag Veränderungen und Verbesserungen der Ofenconstructionen angestrebt worden, sowohl in Bezug auf die rationellste Verwerthung des Brennmaterials und der zu erzielenden Ofenhitze, als auch auf die Anordnung der die Steinkohlen aufnehmenden Gasretorten, als auch endlich bezüglich der zu erzielenden Gasquantitäten.

Das Material derselben, ihre Form und Lage im Ofen ist bis jetzt den verschiedensten Veränderungen unterworfen worden. Erst stellte man die Retorten vertical im Ofen auf, füllte sie von oben und entleerte sie unten, dann wählte man eine geneigte Lage und schliesslich wurden sie horizontal mit einem Boden und einer Oeffnung in den Ofen gelegt. Während in den ersten 20 Jahren wohl in allen Fällen Eisen als Material verwendet wurde, bedient man sich jetzt fast ausschliesslich des Chamottes.

Wenn bei einer Retorte von cylindrischem Querschnitt die Theile der eingetragenen Kohle in der peripherischen Parthie bereits in rothglühenden Coaks umgewandelt sind, können vermöge der schlechten Wärmeleitung der Coaks die nahe der Retortenaxe liegenden Kohlenmassen noch weit unter der Rothgluth sich befinden, woraus folgt, dass zur Erzielung der erforderlichen Gasmenge entweder eine sehr hohe oder lang andauernde Glühhitze erforderlich ist, was einerseits bei eisernen Retorten schwer zu erreichen ist, oder den Betrieb erschwert, andererseits dadurch schädlich auf die Qualität des Gases wirkt, dass die aus den inneren Partien entwickelten Gase die glühenden Coaks

passiren müssen und in Folge hiervon bei Weitem mehr Zersetzung erleiden, als bei Anwendung geeigneter Retorten-Formen. Man schritt zu solchen mit bohnenförmigem oder rectangulärem Querschnitt (Fig. 159 und 160), adoptirte sodann die Form eines liegenden D (Fig. 161 u. 162) und wendet diese in Frankreich, England und Süddeutschland vielfach an. Sie gewährt den Kohlen unstreitig die gleichmässigste und natürlichste Lage, lässt jedoch in Bezug auf Dauerhaftigkeit zu wünschen übrig, da die mehr oder weniger scharfen Kanten derselben leichter zerstört werden und Veranlassung zum Reissen der Retorten geben. In Norddeutschland findet man häufig die ovale Retorte (Fig. 163), bei der jede scharfe Kante vermieden ist und die daher in Bezug auf Dauerhaftigkeit, wenn sonst von gutem Material gearbeitet, nichts zu wünschen übrig lässt.

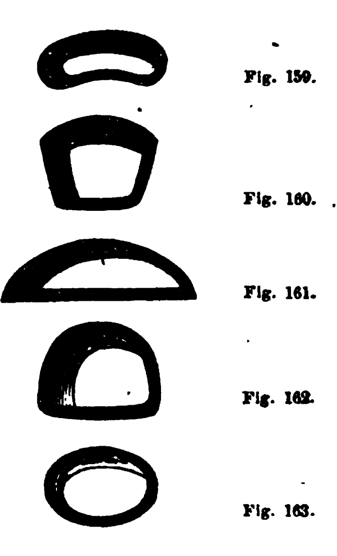


Fig. 159. Fig. 160. Fig. 161. Fig. 162. Fig. 163.

Die gewöhnliche Länge der Chamotte-Retorten schwankt zwischen 2 und 3 Meter; ihre Höhen- und Breiten-Dimensionen findet man bei Fig. 160 0,47 : 0,31 M., bei Fig. 161 0,78 : 0,16 M, bei Fig. 162 sehr verschieden, 0,37 : 0,31 bis 0,63 : 0,37, bei Figur 163 zwischen 0,42 : 0,31 und 0,58 : 0,47 M. Ihre Wandstärke wählt man zu 0,08 : 0,09 M., doch ist der Boden nicht unter 0,12 M. stark.

Die Fabrikation der Chamotte-Retorten — die Darstellung eiserner Retorten kann übergangen werden — zerfällt in drei Hauptabschnitte; das Bereiten der Chamottemasse, das Formen und Brennen. Als Material benutzt man eine Mischung von gebranntem Thon mit frischem plastischen Thon. Die Wahl des anzuwendenden Thones ist die Grundbedingung des Gelingens; er darf weder grössere Mengen Eisen noch Kalk enthalten, muss sehr plastisch und feuerbeständig sein, sowie wenig schwinden und reissen. Auf seine Auswahl schon in der Grube ist grosses Gewicht zu legen, da dasselbe Thonlager oft von ganz untauglichen Adern durchsetzt ist. Zu seiner „Lösung“, d. i. seiner Versetzung mit der erforderlichen Menge Wasser setzt man den Thon oft mehrere Jahre der trockenen Wirkung warmer Luft aus, welche ein leichtes Eindringen des Wassers ermöglicht, zerkleinert ihn nach dieser Zeit passend und mischt ihn behufs Erzielung der richtigen Mischung mit gebranntem Thon. Diesen erhält man entweder aus alten Retortenstücken, von denen sorgfältig die äussern Schlacken und der innen fest-

haftende Graphit entfernt wurde, sowie auch aus alten Kapselscherben der Porzellanfabriken, indem man diese Massen mahlt, siebt und die bis zu Erbsengrösse erhaltenen Stücke verwendet; solches Material hat jedoch nicht die Güte wie ein aus Thon frisch hergestelltes; derselbe wird hierfür in Spähne geschnitten, in Kapseln gebrannt und sodann sortirt. Diesen auf die eine oder andere Weise erhaltenen gebrannten, kleinstückigen Thon mischt man zu $^1/_2$—3 Theilen mit 1 Theil Thon auf's Sorgfältigste und rührt das Gemisch mit der erforderlichen Menge Wasser an. Die Mischung beider Componenten hat den Zweck, die gebrannte Masse gegen den Temperaturwechsel möglichst unempfindlich zu machen, ohne die Strengflüssigkeit des Thones zu beeinträchtigen. Ein sehr fetter Thon wird mehr Chamotte vertragen können, als ein magerer, zu viel davon macht die Retorte mürbe und verleiht ihr daher nicht die erforderliche absolute Festigkeit, zu wenig setzt sie der Gefahr des Reissens aus. Die Masse ist mit dem Wasser nach einigen Tagen genügend durchzogen, kommt in den Thonschneider, der dieselbe 2—3 Mal tüchtig durcharbeitet; man breitet sie sodann in eine 0,1 M. hohe Lage aus und lässt sie von Arbeitern mit den Füssen tüchtig durchtreten. Hiernach schlägt man die Retortenmasse mit grossen Knüppeln zur Entfernung der Luftblasen, formt sie in grössere Blöcke und beginnt das eigentliche Formen. Auf einer horizontalen, mit gebranntem Thon bestreuten Holzunterlage formt der Arbeiter zuerst den Boden der Retorte und setzt dann an denselben die Wand an; er stülpt über den Boden eine Form, deren Inneres die Aussenwand der Retorte darstellt, nimmt zwei Hände grosse Chamotte-Stücke, legt sie an den Boden und schlägt sie auf denselben mittelst eines eisernen Hammers fest, dessen eine Bahn geradlinig, die andere aber convexe Form hat. Fig. 164. Mit Hand und Hammer wird so die Wand bis zum Rand der ca. 0,4 M. hohen untersten Form aufgebaut, indem die innere Retortenwand mit Richtscheid und Chablone auf's Sauberste egalisirt und geglättet wird. Sodann setzt man nach und nach noch 6 Formen von gleicher Beschaffenheit auf, befestigt sie untereinander mit Riegeln und baut an dieser äusseren Form die innere Retorte allmälig in die Höhe; die oberste siebente Form hat eine starke Ausbuchtung, die bei 0,25 M. Höhe 0,1—0,13 M. breit ist und den Retortenrand bildet, in welchen nach vollendeter Arbeit mittelst eines Dornes Vertiefungen für 8 Schraubenbolzen



Fig. 164.

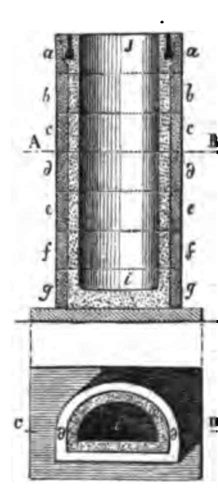


Fig. 165.

angebracht werden, die den sogenannten Retortenkopf später halten sollen Fig. 165. Nach Vollendung der Arbeit wird die oberste Form sofort entfernt, der blosgelegte Theil trocknen gelassen, die zweitoberste Form entfernt und so successive alle sieben; darauf wird der Raum, in dem in der Regel die Retorten fabrikmässig dargestellt werden, durch gute Luft oder Canalheizung mässig erwärmt bis zum völligen Austrocknen jener, was nach Beginn der Darstellung in der Regel in 2—3 Wochen beendet ist und schliesslich gebrannt. Die dazu angewendeten Oefen sind entweder rund oder viereckig; man brennt in denselben 6—36 Retorten stehend auf einmal in 7—8 Tagen. Vorsichtiges Anwärmen, hohe gleichmässige Hitze und ebenso vorsichtiges Kühlen tragen wesentlich zur guten Qualität der Retorten bei. In neuester Zeit glasiren die bedeutenderen Fabrikanten die Retorten innen mit bleifreier Porcellan-Glasur und geben dadurch der ohnehin glatten Innenfläche sowohl eine erhöhte Dichtigkeit für den Anfang ihrer Benutzung, als ermöglichen auch, dass die Entfernung des weiter unten zu besprechenden Graphitansatzes bedeutend erleichtert wird. Das Gewicht einer Retorte von 2,5 M. Länge, 0,47 M. Weite und 0,31 M. Höhe beträgt circa 500 Kilo. Ihr Preis schwankt je nach Form, Material und Schwere zwischen 60 bis 108 Mark, d. i. ungefähr 1/3 vom Preis der gusseisernen Retorten.

Der Retortenboden wird oft mit einem vierkantigen 0,08 M. im Quadrat haltigen Loch versehen, das man im Betriebe mit einem Stein schliesst, zeitweise aber zur Verbrennung der an die Innenwand sich ansetzenden Graphitkruste öffnet. Für Oefen mit doppelten Retortenreihen werden die Retorten durchgehend eingemauert und dabei aus drei einzeln dargestellten Stücken zusammengesetzt. Man findet auch wohl, obschon nur selten lediglich aus feuerfesten Steinen hergestellte Retorten von ⏛ Form, die SPINNEY bei 1,0 M. Weite, 2,19 M. lang construirt mit einer Capacität von 250 Kilo Kohle. CLIFT'sche Retorten haben sogar 6,25 M. Länge.

Der Verschluss der in den Ofen zu legenden Retorte geschieht durch einen eisernen Deckel, welcher aber nicht direct an die Chamotte sich legt, sondern durch eine besondere Vorrichtung, den sogenannten Retortenkopf, getragen und befestigt wird. Figur 166—68. Dieser ist stets von Gusseisen a und hat genau die Weite und Form der Retorteninnenseite, so dass er eine Verlängerung der Retorte bedeutet, die aus dem Ofen hervorragt. Das an der Chamotteretorte anliegende Ende hat einen circa 0,08 M. breiten Flansch, b, welcher mittelst Kitt und Schrauben d an das vordere Retortenende befestigt wird. In die Versenkungen des Retortenwulstes c, Figur 166, wird eine Schraubenmutter gelegt, und in dieselbe ein von beiden Enden mit Gewinde versehener

Schraubenbolzen eingeführt, der so lang ist, dass sein anderes Ende durch in den Flansch des Retortenkopfes gebohrte Löcher soweit hindurchragt, um vor diese eine zweite Mutter aufsetzen zu können. Sodann dichtet man die Fuge zwischen Kopfstück und Retorte, als auch die Versenkungen c mit einem passenden Kitt, indem eine der Retortenform angepasste Schablone innen vorgelegt und von aussen der Kitt erst mittelst eines dünnen Eisens, dann aber zur völligen Dichtung

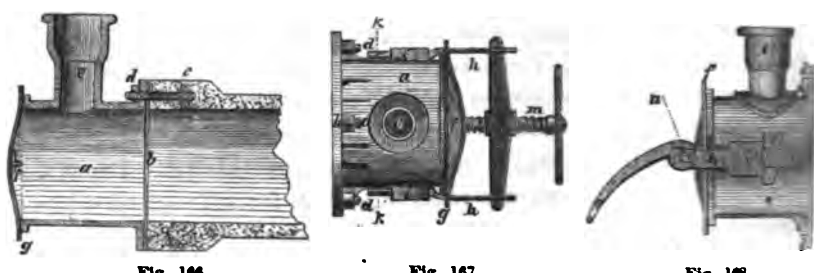


Fig. 166. Fig. 167. Fig. 168.

mit Hammer und Stemmeisen angetrieben wird. Damit genügende Vereinigung stattfinde, ist es erforderlich, die Vorderkante der Retorte rauh zu meisseln. Der Kitt soll Eisen mit Chamotte fest vereinigen, eine Aufgabe, die nicht leicht ist. Es müssen demnach beide Bestandtheile in ihm enthalten sein; hierzu dient häufig der sogenannte Eisenkitt. Hauptbedingung für derartige Kitte ist, dass sie nicht treiben, weil sonst die Retorte zersprengt wird. Als bewährt hat sich eine Mischung erwiesen, die aus 8 Kilo Eisenbohrspähnen, 1 Kilo Chamotte, 1 Kilo feuerfestem Thon, 0,120 Kilo Salmiak und 0,060 Kilo Schwefel besteht. Die Bestandtheile werden trocken gemischt und zum Gebrauch mit Wasser zu einem steifen Brei angerührt.

Die Länge des Retortenmundstückes a braucht nicht grösser zu sein als erforderlich, das Abzugsrohr e für die aus den Steinkohlen entwickelten Gase aufzunehmen; dieses ist entweder an ersteres angegossen, Figur 166, oder mittelst Schraubenbolzen und Kitt aufgesetzt, Figur 168. Letztere Manier ist für kleinere Gasanstalten wesentlich, wenn es darauf ankommt, beide Apparattheile gegenseitig zu vertauschen. Das Abzugsrohr mündet entweder in einen Muff Fig. 166 und 168 oder wie Figur 167 andeutet, in einen Flansch; die lichte Rohrweite beträgt 0,13 bis 0,16 M.

Der Verschluss des Mundstücks geschah früher durch einen mit Rippen und Nuthen versehenen gusseisernen Vorsetzer, in der Neuzeit fast überall durch schmiedeeiserne Deckel f aus 0,01 M. starkem Kesselblech, das durch Hämmern, um ein Durchdrücken mittelst der Schrauben-

spindel zu verhüten, in der Mitte nach aussen gebogen und auf der Innenseite zu gleichem Zweck überdies durch ein angenietetes T oder Winkeleisen verstärkt ist. Figur 169. Mit zwei Ohren g liegt der Deckel auf zwei schmiedeeisernen Schienen h, Fig. 167, welche in zwei seitwärts des Mundstücks angegossenen Klötzen i ruhen und hinter diesen mittelst Splinte k festgehalten werden. Die Schienen h haben vorn längliche Oesen, durch welche die Querschiene l hindurchgesteckt wird; im Centrum derselben bewegt sich eine mit einer Handhabe versehene Spindel m auf und nieder und drückt so je nach Bedürfniss den Retortendeckel gegen das Mundstück fest an. Einfacher, schneller und ebenso sicher ist der Figur 168 abgebildete Mechanismus. Die eisernen Schienen h sind am vorderen Ende hakenförmig umgebogen, um eine Querstange n aufzunehmen, in deren Mitte ein Winkelhebel o rechtwinklig zur Stange angesetzt ist, der in gehobener Stellung gestattet, die Querstange n in die Haken der Schienen h einzulegen, beim Herunterschlagen jedoch durch seine excentrische Lage einerseits gegen die Haken drückt, andererseits den Retortendeckel fest an das Mundstück anpresst. An den inneren Rand des Retortendeckels wird irgend ein billiges Bindemittel, Lehm, Thon oder Mergel, gestrichen und so leicht ein genügend dichter Verschluss für eine Charge (Destillationsdauer) hergestellt.



Fig. 169.

Die Retortenöfen. Die Retorten sind in verschiedenen Zeiten nach Lage und Zahl auch ganz verschieden in dem Retortenofen angeordnet worden. Dieser stellt ein gemeinsames, vorn und hinten geschlossenes Gewölbe aus Chamottesteinen angefertigt dar, in dem die Retorten heutzutage ausschliesslich horizontal angeordnet sind. Als man noch eiserne Retorten anwandte, umgab man sie mit einem Chamottemantel zur Conservirung gegen die Stichflamme des Feuerraums, oder theilte diesen durch ein geschlossenes Gewölbe ab, welches den Feuergasen hinten den Hauptabzug gestattete und seitlich nur einige Oeffnungen zum Entweichen der Flamme besass. Seit allgemeiner Einführung der Chamotteretorten ist aber von dieser Einrichtung mannigfach abgegangen worden. Sie werden in der Anzahl von 1 bis zu 13 und 15 in einen Ofen gelegt, je nach der Grösse der Anstalt. Während kleine Etablissements um dem steigenden Gasconsum im Winter rationell zu folgen sich begnügen, momentan 2, 3 oder 4 Retorten mehr dem Betriebe einzureihen, sind grosse Werke in der Lage die doppelte Anzahl anzufeuern und hiernach bestimmt sich unwill-

kürlich auch die Anordnung der Retorten in den meisten der zu erbauenden Oefen. Bei Verwendung eiserner Retorten war zu bedenken, dass sie auf ihrer ganzen Länge womöglich unterstützt werden mussten, um bei der Last der hineingebrachten Kohle und der erforderlichen Gluht ein Durchbiegen derselben zu vermeiden. Selbst die Chamotteretorten unterlagen Anfangs denselben Principien behufs ihrer Einmauerung. In dem Grade jedoch, als die Fabrikation derselben vorschritt und den verschiedenen Thonmassen angemessen auch bedeutende Festigkeit erreicht wurde, begannen die Gastechniker sowohl die geschlossenen Feuerheerde zu beseitigen, als auch die Unterstützung der Retorten allmälig auf das geringste Maass zu bringen, um dem Feuer eine möglichst grosse Berührungsfläche zu gewähren. Während früher bis 8 Unterstützungen beliebt waren, erachtet man heute schon 5 bis 3 vollauf genügend.

Einen Ofen nach KORNHARDT mit zwei Retorten für kleinen Betrieb findet man in Figur 170. Die Retorten a liegen 1,0 Meter über dem Fussboden neben einander unter einem gedrückten, meist aus

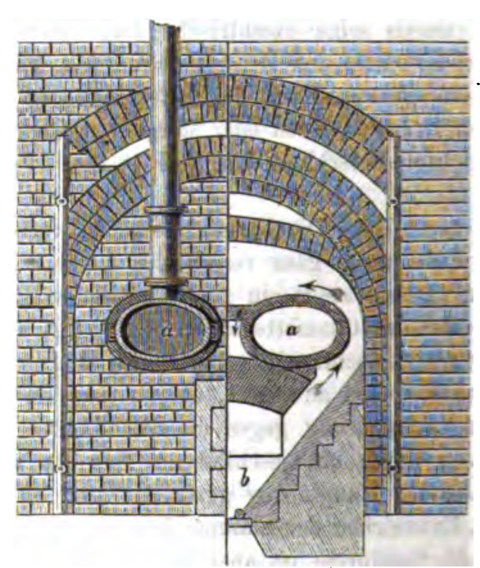


Fig. 170.

Façonsteinen bestehenden Gewölbe von 1,8 Meter Spannweite, so dass es sich den Retorten möglichst anschliesst; diese sind 2,43 Meter lang und haben 0,065 Meter Wandstärke. Der Zwischenraum zwischen den Retorten beträgt 0,2 Meter, zwischen Retorten und Gewölbe 0,13 M. Im Inneren des Ofens haben die Retorten Chamottesteinunterlagen.

die nach oben geschlossen dem Feuer nur seitlich einen Weg gestatten. Dieses entwickelt sich auf dem Heerde, dessen Schluss durch zwei schmiedeeiserne Roststäbe hergestellt wird, welche lose auf zwei Rostbalken aufliegen, und wendet sich sofort seitlich rechts und links um die Retorten, trifft über denselben zusammen, zieht sich an die Vorderwand des Ofens und fällt hier in einen horizontalen Canal, dessen Seitenwände die beiden Retorten bilden. An der Hinterwand des Ofens angelangt, treten die Feuergase in einen vertikalen Stichcanal von 0,26 Meter Weite, der beliebig durch einen Chamotteschieber regulirt werden kann, um endlich durch den Fuchs zum Schornstein zu gelangen.

Grössere Anstalten bedienten sich lange Zeit mit Vorliebe der Oefen zu fünf Retorten; sowohl Paris und London als auch viele deutsche Anstalten. Dem General-Director der Continental-Gas-Gesellschaft zu Dessau Herrn OECHELHÄUSER gebührt das Verdienst einem Ofen zu sechs Retorten Eingang verschafft zu haben, der bei den gewöhnlichen Retorten-Dimensionen in 24 Stunden 1400 Cubikmeter = 50000 Cubikfuss Gas aus guten deutschen Gaskohlen liefert. Figur 171 zeigt einen Sechser-Ofen bester Construction. Bei demselben ist namentlich

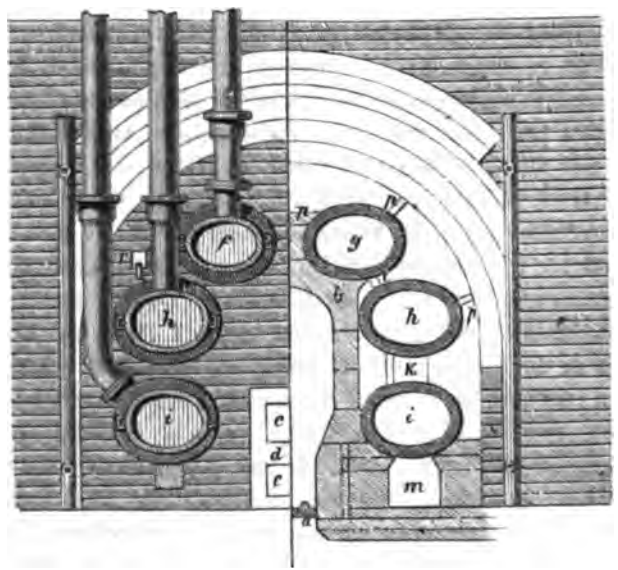


Fig. 171.

darauf Bedacht genommen, dass das Feuer auf dem Centralheerd zur völligen Entwicklung gelangt, ehe es gezwungen wird nach hinten oder der Seite sich zu begeben, und demgemäss sind die Retorten bogen-

artig um den Heerd angeordnet. Auf dem Rostbalken a liegen 2 bis 3 schmiedeeiserne, runde oder viereckige, lose Roststäbe. Der an dieser Stelle 0,30 M. breite Feuerheerd steigt 0,3 M. hoch, erweitert sich sodann auf 0,6 M., steigt 0,45 M. vertical in die Höhe und wird durch Bogensteine nach oben abgeschlossen. Dadurch wird ein Raum gewonnen, der von den Rostbalken an gerechnet 1,5 Meter Höhe besitzt; hier kann das erzeugte Feuer in genügender Weise sich entwickeln. Das Feuermaterial, wohl ausschliesslich der selbst erzeugte Coak, wird durch die Schürthür c eingetragen. Der gusseiserne Rahmen derselben d hat 0,12 Meter Breite, ist circa 0,02 Meter dick, sitzt auf sechs, in die vordere Ofenwand eingelassenen Schraubenbolzen, und ist durch Schraubenmuttern gegen die mit Chamotte beworfene Wand festgedrückt. Die Schürthür c wie die Schlacköffnung e sind eiserne Zargen, die zur Vermeidung der schädlichen Einwirkung der Ofenhitze vor dem gemeinschaftlichen Thürrahmen anschlagen und in ihrer Leere einen 0,08 bis 0,1 Meter starken Chamottestein aufnehmen, welcher die Thüren nach aussen schliesst, aber nach seinem Abschmelzen durch die Hitze leicht durch loses Einschieben eines neuen Steines zu ersetzen ist. Die Flamme des circa 0,3 Meter hoch liegenden Brennmaterials schlägt nun frei in die Höhe, wird aber durch das Sperrgemäuer k und l verhindert, zwischen den Retorten g, h und i einen kürzeren Weg zu nehmen, steigt in Folge dessen zwischen den Bogensteinen b und den Retorten f und g hindurch bis zum Scheitel des Gewölbes, wendet sich daselbst rechts und links und steigt zwischen der Aussenseite der Retorten und des Ofengewölbes nieder bis zur Höhe der Unterkante der Retorte i. Hier beginnt an der Vorderwand des Ofens ein bis zur Ofensohle reichender, 0,26 M. Weite haltender Canal, der sich nach dem Zug m wendet. Die abziehenden Feuergase passiren diesen Canal, der unter der ganzen Retorte i in einer Breite von 0,35 M. und einer Höhe von 0,30 M. hinläuft und gelangen von hier, in ihrer Geschwindigkeit durch einen in die Hinterwand des Ofens eingelassenen Schieber regulirt, in den vertical abfallenden Stichcanal von annähernd denselben Dimensionen und dann in den Fuchs. p p p bedeuten Chamottesteine, welche die Retorten unter sich und gegen das Ofengewölbe absteifen, damit diese einerseits eine möglichst sichere Lage haben, andererseits auch Reparaturen an den Retorten erleichtern; r ist eine mit Rahmen in die Ofenwand angebrachte Klappe, die eine Beurtheilung der herrschenden Hitze gestattet. Die vorzüglichen Resultate, welche man mit den Oefen zu 6 Retorten erzielt hatte, glaubte man jedoch auch bei Oefen mit 7 Retorten unter Beibehaltung der bewährten Maasse für Gewölbehöhe und Weite des Sechser-Ofens zu erreichen. Man ver-

suchte über dem Heerd eine siebente Retorte, getragen von Chamotteplatten zum Schutz gegen die Stichflamme und unterlagert von Façonsteinen einzulegen und zwar mit Erfolg. Der so entstehende Siebener-Ofen hat sich ebenfalls bewährt und zumal dienlich für grosse Werke erwiesen. Paris, auch London und namentlich Berlin bedienen sich derselben. Das in letztgenannter Stadt neuesten Datums errichtete grossartigste Gaswerk des Continents in der Greifswalderstrasse, für eine Tagesproduction von 227000 Cubikmeter — 8000000 Cubikfuss englisch — vorgesehen, wählt, wie auch die übrigen Berliner städtischen Werke, zur Gasproduction ausschliesslich den Siebener-Ofen.

So lange die Retortenfabrikanten ihrem Material noch nicht die heutige Festigkeit geben konnten, war man genöthigt bis 8 Unterstützungen innerhalb des Ofens anzubringen; diese Wände von meist einer Steinbreite = 0,13 M. reichen bis zur Höhe der obersten Retortenlage, und theilen den Ofen von vorn nach hinten gerechnet in mehrere Theile, welche zweifelsohne eine möglichste Vertheilung der Feuergase

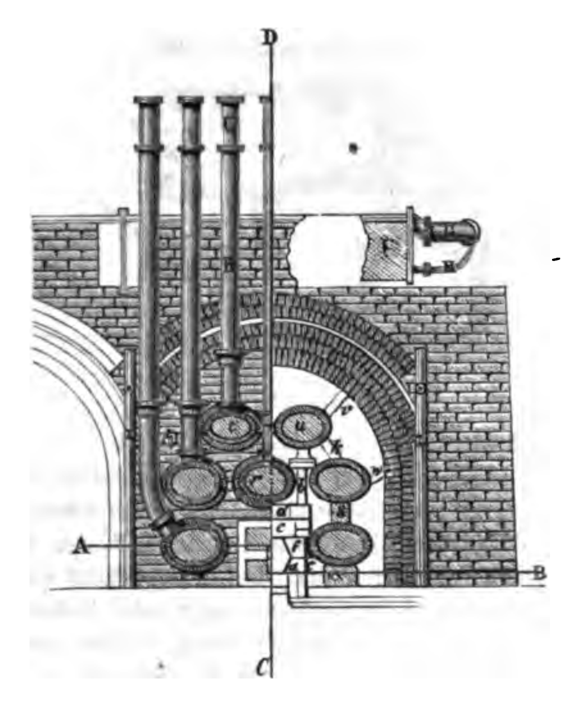


Fig. 172.

beeinträchtigte; mit der steigenden Festigkeit des Retortenmaterials konnte man ungeschadet der Dauerhaftigkeit die Zahl jener Unter-

stützungswände bis neuestens auf drei reduciren. Noch weniger bei Retorten von circa 2,5 M. Länge anzuwenden, dürfte wegen der Schwierigkeit der mit diesen vorzunehmenden Reparaturen während des Betriebes nicht rathsam erscheinen.

Fig. 172 zeigt links das Aeussere eines Siebener-Ofens sowie rechts das Innere nach Wegnahme der Vorderwand. Figur 173 einen Vertical-

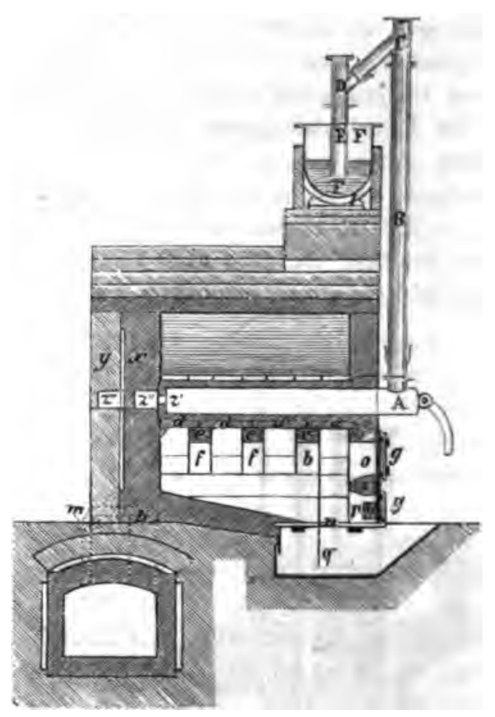


Fig. 173.

durchschnitt nach der Linie CD, und Figur 174 einen Horizontalschnitt nach der Linie AB. Der Rost n hat eine Länge von 0,62 M., eine Breite von 0,25 M. und hat nach hinten zu eine schwache Neigung von 0,08 M. Die beiden Roststäbe von 0,06 M. im Durchmesser haltenden Rundeisen ruhen lose auf drei entsprechend starken, vierkantigen Rostbalken, so dass sie leicht nach jeder Richtung hin sich wenden lassen. Die Breitseiten der Feuerung werden von 4 Façonsteinen a von 0,21 M. Stärke, sowie von den Steinen f gebildet, über denen die Platten e den Feuerraum nach oben schliessen. Die nach hinten zu durchgehenden Schutzplatten d von 0,08 M. Dicke bilden die Unterlage der Mittelretorte und bewahren sie vor der schädlichen Einwirkung der Stichflamme. o ist die Oeffnung zum Einbringen des

Feuerungsmaterials, p dieselbe zum Schlacken des Rostes, gg die beiden entsprechenden Thüren. Unter dem Rost ist der gusseiserne Wasserkasten q angebracht, in dem stets etwas Wasser die durchfallenden Coaksstückchen ablöscht und durch den sich bildenden Wasserdampf gleichzeitig kühlend auf die Roststäbe wirkt. Die Feuergase umflammen

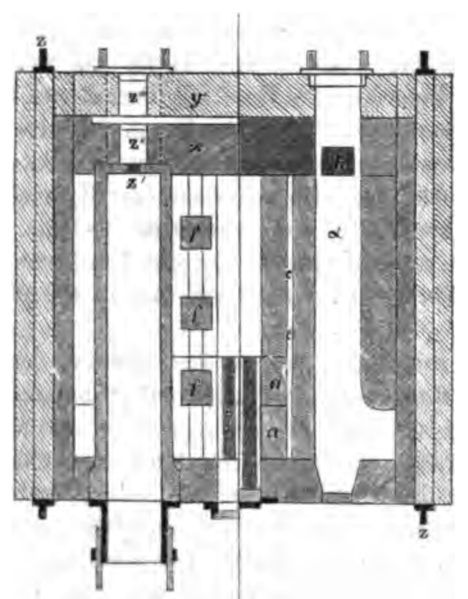


Fig. 174.

die Mittelretorte r, werden aber durch die Chamottewände r und s verhindert seitlich zu schlagen und steigen zwischen den Retorten t und u in die Höhe, wenden sich wie beim Sechser-Ofen links und rechts abwärts und fallen in den Abzugscanal α, um durch den Stichcanal h in den Fuchs zu gelangen. v und w sind Absteifungen der Seitenretorten gegen das Gewölbe, b und c das Mauerwerk zum Tragen der Retorte u, l eine Schauklappe zur Beobachtung der Ofenhitze. Die Retorten ruhen ausser den inneren Stützen an Kopf und Ende in der Vorder- und Hinterwand des Ofens. Erstere ist 0,25 M. stark aus Chamottesteinen aufgeführt, letztere aber doppelt x, y, durch eine schmale Luftschicht getrennt, welche der Abkühlung entgegenwirken soll. Der ganze Ofenbau wird durch fünf je 0,13 M. starke Gewölbe abgeschlossen, von denen drei von Chamottesteinen errichtet sind und auf einander liegen, während die beiden äussersten durch eine schmale Luftschicht von jenen getrennt, aus gewöhnlichem Mauerwerk hergerichtet werden. Die von vorn nach hinten laufenden Ankerstangen

liegen in dem Widerlager der beiden oberen Gewölbe und schützen im Verein mit den Ankern z den Ofen vor zu grossen Bewegungen beim Anheizen desselben.

Ueber dem obersten Gewölbe liegen oft eine oder zwei Pflasterschichten zur Verhinderung von Wärmeausstrahlung. Vermöge der Luftschicht zwischen den Gewölben können die drei unteren sich in der Hitze frei bewegen ohne die oberen zwei selbst aus ihrer ursprünglichen Lage zu bringen. Als fernere Theile des Ofens erkennt man die Armatur der Retorten: den Kopf mit Deckel und Hebel zum Festhalten, A, das gusseiserne Steigerohr B von 0,13 bis 0,16 M. lichter Weite, welches den Zweck hat, sämmtliche Destillationsproducte aus der Retorte nach der sogenannten Vorlage oder Hydraulik F zu führen; das Mittelglied hierfür ist das sogenannte N-Rohr aus den beiden Theilen C und D zusammengesetzt und das Tauchrohr E, welches auf dem Deckel der Vorlage F so fixirt ist, dass es 0,2 Meter vom Boden derselben absteht.

Die Vorlage so genannt, weil sie bestimmt ist, die ersten Condensationsproducte aufzunehmen, oder „Hydraulik" benannt, weil sie zwischen der Retorte und den übrigen Apparaten der Anstalt den Weg des Gases unterbricht, also einen Abschluss herbeiführt, der in den ersten Stadien der Destillation wässriger Natur, später auch theerig genannt werden muss, steht oben auf dem Ofen durch den eisernen Träger I fest und horizontal. Damit Letzteres auch zu allen Zeiten zutreffe, finden sich diese Träger vertical über den Ofenpfeilern angebracht, von denen man am ersten eine unverrückte Lage erwarten darf. Wenn die wässrigen und theerigen Producte eine bestimmt normirte Höhe erreicht haben, fliessen sie durch das Gasabführungsrohr G. und durch das Rohr H nach den Cisternen ab. In diesem Fall taucht das Rohr E 0,03 M. in die Flüssigkeit und der hydraulische Verschluss bleibt nun während des ganzen Betriebes bestehen.

Ueber den Betrieb eines derartigen Ofens ist das Folgende zu erwähnen.

Der fertig gestellte Ofen wird angefeuert. In den Aschenkasten q kommt die erforderliche Menge Wasser, der Hauptschieber und die beiden Ofenschieber h werden zur Hälfte gezogen und auf dem Heerd entweder mit Holz oder, wenn vorhanden, mit glühendem Coak Feuer angezündet. 24 Stunden darf das Ofeninnere keine Gluht zeigen; nach dieser Zeit feuert man mit Coak stärker, so dass nach weiteren 12 Stunden die Umrisse im Innern sich erkennen lassen. Jetzt füllt man die Vorlage mit Wasser bis zur bestimmten Höhe, so dass die Tauchröhren 0,03 M. Abschluss zeigen und chargirt, d. i. füllt die Retorten

entweder mit glühendem Coak oder, wie anderwärts vorgezogen wird, mit Staubkohle; ein Arbeiter hat die auf einer sogenannten Deckelbank bereit gehaltenen Retortendeckel an ihren Rändern mit Lehmbrei bestrichen, setzt sie nach dem Füllen der Retorten unverzüglich an den Kopf und schliesst die Retorte mittelst des Hebels luftdicht. Das Laden der Retorten geschieht auf zweierlei Weise: entweder mit der Schaufel durch zwei sich gegenüber stehende Arbeiter oder durch Füllen eines Halbcylinders aus Eisenblech von der Länge der Retorte; derselbe, mit Stiel und Handhabe, wird gefüllt von 2 Arbeitern dadurch gehoben, dass sie am Ende einen Knüttel unter den Cylinder schieben, seitlich daran anfassen und emporheben. An der Handhabe steht ein dritter Mann, der die Ladeschaufel in die Retorte hineinschiebt und im Innern dieselbe umkehrt, wodurch die Kohle in die Retorte fällt. Nach Herausziehen der Schaufel wird die Retorte geschlossen. Die Destillation beginnt. — Der Ofen wird zur Rothgluht gebracht und muss am dritten Tage leistungsfähig sein. Die Gluht geht durch Hellroth in Orange zum Hellorange über, eine Temperatur von 1100 bis 1200° C. Hierbei lassen sich die Umrisse des Ofeninnern sowie der Retorten eben noch erkennen; findet das Auge keinen Ruhepunkt mehr im Ofen, dann nähert sich die Temperatur der Weissgluht, welche bis jetzt der Gastechniker vermeidet. Die glühenlen Gase, durch die Schauklappen betrachtet, haben bei richtigen Zugerhältnissen eine langsam wirbelnde Bewegung; flackern sie unruhig ınd eilen dem Fuchs zu, so hat der Ofen zu viel Zug. Die Regulirung lesselben erreicht man, indem die hinteren Ofenschieber soweit zugechoben werden, dass die Flamme eben zu den geöffneten Schauklappen ıerausschlägt; dann öffnet man die Schieber noch 0,01 M. und man at die mindeste Oeffnung für Abgang der Verbrennungsproducte. ›ie 7 Retorten eines Ofens werden nicht hinter einander chargirt, ›ndern nur eine Hälfte und die andere nach halber Destillationsdauer, lso nachdem erstere die halbe Zeit zwischen Füllung und Entleerung n Betrieb geblieben sind. Dies geschieht sowohl der Arbeiter als auptsächlich deswegen, weil durch diese Anordnung eine bessere Gasıischung einmal erreicht wird, andererseits auch der Ofen in seiner itze nicht leidet, was aber eintreten würde, wollte man 7 Retorten ıf einmal mit kalter, oft auch nasser Kohle füllen.

In früherer Zeit heizte man die Oefen oft 14 Tage lang an; jetzt ır 3 mal 24 Stunden, weil Risse sich nie vermeiden und leicht reparen lassen, die verlornen 11 Tage aber höher anzuschlagen sind, als eine Undichtigkeiten. Die mineralischen Bestandtheile des Coak nterbleiben bei der Verbrennung als eine fest zusammengeschmolzene

Schlacke, die sich als eine Schicht auf die Roststäbe legt, den Raum zwischen denselben mit der Zeit mehr oder weniger ausfüllt und den Zutritt der Luft hindert. Versäumt der Heizer von 3 zu 3 Stunden die Schlackenlage durch eine Brechstange und einen Haken zu entfernen, so leidet die Ofenhitze. Wenn die Oefen mit einem Tunnel versehen sind, so lässt sich von diesem aus die Schlacke leicht in den Wasserkasten ziehen, andernfalls wird die Thür g vor p, Figur 173, geöffnet, das Feuermaterial nach dem hinteren Theil des Ofens geschoben und dann mittelst Brech- und Schlackstange der Rost gereinigt: eine gründliche Wegnahme der Schlacke geschieht mindestens von 12 zu 12 Stunden.

Die Menge des consumirten Brennmaterials ist sehr verschieden und richtet sich bei sonst normalem Betrieb nach der Beschaffenheit des Coak, gewöhnlich rechnet man ein Drittel der aus den Retorten gezogenen Coake für die Unterfeuerung; sie kann aber geringer werden, wenn man unter den Rost vorgewärmte Luft zuführt. Diese streicht in engen Canälen längs des Fuchses hin und her und erhöht durch die eigene Hitze den Effect der Verbrennung. — Ein Siebener-Ofen mit vier innerlich angebrachten Retortenunterstützungen brauchte z. B. im Mittel von 200 Versuchstagen 267 Kilo Coak pro 1000 Kilo Kohlen, ein Ofen von der Construction Figur 172 für dasselbe Quantum 236, und ein Ofen mit 9 Retorten und einer Doppelfeuerung, dessen Einzelheiten nach dem Vorangehenden leicht verständlich sind Figur 175, in demselben Zeitraum pro 1000 Kilo schlesische Kohlen sogar nur 213 Kilo Coak.

Die Dauer der Destillation des in die Retorten eingesetzten Kohlenquantums schwankt zwischen 5 und 6 Stunden je nach der Natur der Kohle und dem Feuchtigkeitsgrade derselben. Hat man für eine bestimmte Kohlensorte die Zeit ihrer völligen Vercoakung bestimmt und die Ofengluht normirt, so ändert man an ersterer nichts und richtet sich im Uebrigen mit dem einzusetzenden Kohlenquantum ausschliesslich nach der Temperatur des Ofens; da diese in normalem Betriebe nur geringen Schwankungen unterworfen ist, so gilt dasselbe auch für das jedesmalige Kohlenquantum. Die Kohle muss dann in einen stahlgrauen Coak übergegangen sein und die Retorten können entleert werden: ein Arbeiter löst den Hebel oder die Schraube, welche den Retortendeckel an den Kopf drückt, öffnet ein wenig und entzündet die geringe Gasmenge, welche aus der Retorte noch entweicht mittelst einer Lunte. Der Deckel wird weggehoben, mit einer bohrartig hergerichteten Eisenstange die aus verkohltem Theer erzeugte lose Coakkruste in dem untersten Theile des Steigerrohrs durch mehrmaliges Auf- und Nieder-

fahren entfernt, der rothglühende Coak mittelst starker eiserner Haken, die 2 Meter länger als die Retorte sind in untergestellte eiserne Wagen gezogen und mit Wasser abgelöscht: in manchen Anstalten ist vor dem Ofen ein verdeckter unterirdischer Gang angebracht, in den die Coake direct hineinfallen und die Ofenarbeiter nicht weiter in Anspruch

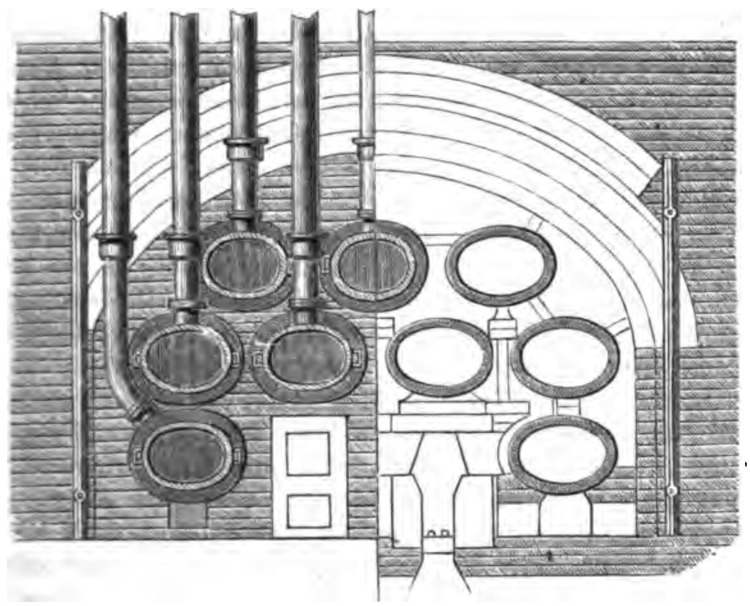


Fig. 175.

nehmen. Die entleerte Retorte muss gleichmässig orange sein und darf keine ringförmige dunklere Streifen zeigen, andernfalls sie zu stark geladen war. Nach Entfernung des Coak beginnt sofort für die eine Hälfte der Retorten eines Ofens das Laden derselben mit frischer Kohle in der beschriebenen Weise; wenn mehrere Siebener-Ofen aneinanderstehen, so beanspruchen 7 bis 10 derselben einen gemeinschaftlichen Fuchs und Schornstein. Beide haben eine gegen sonstige Anlagen der Art etwas abweichende Bauart; da die Temperatur der entweichenden Feuergase durchgängig der hellen Rothgluht sich nähert, hat man erstens Chamottestein-Mauerwerk anzuwenden; wollte man dasselbe jedoch in directe Berührung mit der umgebenden Erde bringen, so würde eine starke Austrocknung und ein Schwinden derselben entstehen können, in Folge dessen der Fuchs Gefahr läuft, schädliche Risse zu erhalten. Deshalb umgiebt man die Chamotteschicht wie Fig. 173 andeutet, oben und an der Seite mit einer isolirenden Luftschicht, indem äusserlich noch gewöhnliches Mauerwerk einer Veränderung der

Lage entgegen wirkt; ebenso findet man oft die Schornsteine aus einem äusseren und einem inneren Chamottekörper, wenigstens von dem Sockel aus erbaut und zwischen beiden Wänden, die vielfache Verzahnungen besitzen, eine isolirende Luftschicht von 0,05 bis 0,1 Meter Breite belassend. Die Höhe des Schornsteins überschreitet selten 33 M., sein unterer innerer Querschnitt misst bis 1,25 Meter.

Ein System von 10 Oefen beansprucht zu seiner Bedienung in minimo zwei Heizer sowie vier Füller und zwei Zureicher. Manchen Gasanstalten macht die Entfernung des durch die Zersetzung schwerer Kohlenwasserstoffe in den Retorten entstehenden Graphitansatzes Schwierigkeiten. Zumal englische Kohlen zeigen vielfach 0,06 bis 0,08 Meter starke Auskleidungen; in der Regel entfernt man diese Ansätze, wenn der Ofen nach dem Erneuern der Feuerung — in Pausen von 4 bis 5 Monaten — wieder angeheizt werden soll; zu dem Zweck nimmt man in den beiden Rückwänden des Ofens die lose eingesetzten Steine bei Z''' und Z'' weg, stösst den Klotz, der in der hinteren Oeffnung des Retortenbodens Z' sitzt, sammt dem Graphitbelag in die Retorte, setzt vorn den Deckel derartig davor, dass die Luft ein wenig Zutritt hat, schliesst Z''' wieder, zieht den Schieber bei m Figur 173 und hat auf diese Weise die Retorte mit dem Fuchs in directe Verbindung gebracht. Sofort findet lebhafte Verbrennung des Graphits statt; die letzten Reste stösst man mit einer Stange von der Retorte los und hat dann selten länger als 4 Stunden mit der sonst zeitraubenden Manipulation zu schaffen. Die nun reinen Retorten zeigen alsdann in der Regel viel Risse und Sprünge, welche mit Chamotte durch einen geschickten Arbeiter gedichtet werden müssen; oft zeigen sich auch grössere Löcher, in die dann Brocken alter Retorten eingefügt werden, Arbeiten, bei denen lediglich die Erfahrung den Wegweiser giebt. Soll ein Ofen stehen bleiben, so werden nach Abbrennen der Coake die hinteren Ofenschieber geschlossen und die Retorten, welche an der Reihe sind chargirt zu werden, noch einmal mit Kohle gefüllt; alsdann lässt man langsam erkalten und kann sicher sein, dass die noch vorhandene Hitze hinreicht, die frisch eingesetzten Kohlen von allen Destillationsproducten zu befreien.

Das Ausmauern der Feuerung wird während der Dauer des ganzen Ofens, falls das Chamottematerial ein vorzügliches war, 2 bis 5 Mal vorgenommen, die Retorten, besonders innen glasirte, sind in der Regel 400 bis 700 Betriebstage tauglich. Soll der Ofen erneuert werden, so werden Vorder- und Hinterwand sowie Feuerung nebst Retortenarmatur und Retorten bis auf die Heerdsohle entfernt; die Gewölbe bleiben jedoch stehen und dienen oft 10 bis 15 Jahre ununterbrochen dem-

selben Zweck; die Hydraulik wird ebenfalls auf jenen belassen, jedoch untersucht, ob sie sich noch in horizontaler Lage befindet.

Bei der Darstellung von Chamotte-Retorten wurde erwähnt, dass sie mitunter aus drei Stücken gefertigt werden und diese dann die doppelte Länge der gewöhnlichen, also 5 Meter besitzen. Die Oefen für solche Retorten haben natürlich dem entsprechende Dimensionen und werden von beiden Seiten bedient. Auch findet man wohl in der Mitte solcher Retorten Schieber, welche, geschlossen, jene halbiren und gestatten, dass nur eine Seite benutzt werde, oder man baut zwei Ofenreihen mit der Hinterwand an einander wie die Figuren 1 und 2 Tafel XLV zeigen, eine Manier, die in Paris viel benutzt werden soll; die durch verminderte Wärmeausstrahlung bei dieser Anordnung erzielte Brennmaterialersparniss soll so gross sein, dass man von dem producirten Coak aus Kohle von Mons, Anzin und Commentry nur 25 bis 28 Volumprocente zur Unterfeuerung bedarf.

In England und an Orten, wo Grund und Boden theuer erkauft werden muss, hat man sogar zwei Oefen über einander gesetzt; in den unteren legt man 7 Retorten, in die darauf folgende Etage 6 und lässt diese durch die Verbrennungsproducte des unteren Ofens heizen. Derartige Einrichtungen haben oft grosse Unbequemlichkeiten bei ihrer Bedienung, man wird sie in Deutschland kaum finden.

Neuestens baut man in der Gasanstalt zu Stralsund auch Oefen mit Schachtfeuerung nach SCHNUHR'schem System, welche sich bewährt haben und namentlich für Feuerung mit englischen Coak eine bedeutende Brennmaterialienersparniss erreichen sollen.

Schon in England hat man versucht den, zumal in früheren Zeiten, schlecht zu verwerthenden Theer als Brennmaterial entweder allein oder in Gemeinschaft mit Coak zu benutzen. In Deutschland machte 1859 OECHELHÄUSER auf diese Methode aufmerksam, die von HORN in Bremen neuerdings für Sechser-Ofen wesentlich verbessert, mit Erfolg angewendet wird. Der Ofen hat an dem Pfeilergemäuer zwischen je zwei derselben ein für beide dienendes Theerreservoir, was man möglichst gleichmässig (in der Regel 0,5 Meter hoch) mit Theer gefüllt hält. 1 M. vom Boden liegen zwei falsche Böden mit 0,003 M. weiten Löchern, die Unreinigkeiten zurückhalten. Aus diesem Kasten fliesst der Theer durch ein Rohr, dessen Ende in eine aufgeschraubte Messingklappe mündet in dünnem Strahl in einen Trichter, dessen Verlängerung den Theer weiter in den Ofen führt; hier ist der Rost durch eine Chamotteplatte ersetzt; der auf diesen aufsprützende Theer verbrennt durch vorgewärmte Luft, die in zwei seitlichen Canälen der Feuerung zugeführt und durch Schieber regulirt wird. Der beim Process

sich bildende Theercoak wird liegen gelassen, bis er eine Stärke von 0,1 M. erreicht hat, dann zerstossen, von $^3/_4$ zu $^3/_4$ Stunden gewendet, die kleineren Stücke nach hinten geschoben und die grösseren vorn belassen. Bemerkt man, dass er nass wird, so läuft zu viel Theer zu und die Ofentemperatur sinkt, weil die Verbrennung unvollständig wird und unter starker Rauchbildung vor sich geht, was in normalem Zustand nicht stattfindet. 100 Kilo gleich 0,29 Cbm. Coak werden bei dieser Art Feuerung durch 50 Kilo Theer ersetzt.

In Wasseralfingen benutzt man zum Heizen gusseiserner Gasretorten sogar Hochofengase, welche man durch zwei rechtwinklige Düsenkästen, die zu beiden Seiten des Heerdes liegen und auf ihrer ganzen Länge mit je 14 Düsen besetzt sind, dem Ofeninnern zuführt und durch Klappen regulirt; der Rost ist ebenfalls vorhanden, um eventuell auch mit Coak feuern zu können, wird aber in obigem Falle mit Asche soweit bedeckt gehalten, als erforderlich ist, die richtige Menge Luft vom Aschenfall herzutreten zu lassen.

Ein Ofen, der zwar auch Leuchtgas, Theer, Ammoniakwasser und Coak producirt, der aber das erzeugte Gas theilweise wie obige Hochofengase zu seiner Heizung verwendet, und bei welchem lediglich Werth auf die Güte und Dichtigkeit der Coake gelegt wird, um sie für metallurgische Zwecke zu verwerthen, ist von Pauwels in Frankreich construirt und in seinen Details auf Tafel XLVI, Figur 1 bis 6 wieder gegeben. Die Hitze der grossen gemauerten Retorte F wirkt auf eine grosse Masse — 5000 Kilo — Steinkohle; die Destillation ist in ihr eine langsame, so dass die Kohle, durch das beträchtliche Gewicht ihrer eigenen Masse zusammen gedrückt, bei ihrer Erweichung während der Gasentwicklung kaum sich emporhebt und in Folge dessen eine hohe Dichtigkeit bewahrt, die noch durch das Zusammenschrumpfen der Coake bei der Abkühlung erhöht wird.

Die Retorte hat 7 M. Länge, 1,80 M. Breite und 0,80 M. Höhe; die Destillationsproducte entweichen durch das Rohr F F'' F''' nach der Vorlage, die einem System von 10 bis 12 Oefen gemeinsam ist.

Das Füllen geschieht aus dem Wagen G durch den auf den Gasabzugscanal aufgesetzten Fülltrichter F''; die Entleerung der Coak erfolgt mittelst der Figur 164 und 165 detaillirt gezeichneten, mechanisch zu handhabenden Schiebervorrichtung, wo die nach vorn drängende Platte a nach Oeffnung der Thüren J und J' — welche durch verschiebbare Haspel K in die Höhe gehoben werden — den Coak vor sich her auf die geneigte und ein wenig gerundete Ebene hinter der Ofen schiebt. Dadurch erlangt der grosse Coakblock eine andere Richtung, welche ihn zu Blöcken und unregelmässigen Prismen formt.

Dieser Coak ist oft um die Hälfte theurer als gewöhnlicher Gascoak und kann durch vorheriges Waschen der Steinkohle verhältnissmässig recht aschefrei erhalten werden; freilich gewinnt man selten mehr als 190 Cbm. Gas pro 1000 Kilo Kohle, während gute Gas-Retortenöfen 280 bis 300 Cbm. Gas erzielen lassen.

Die in die Retorten einzusetzende Kohlenmenge schwankt bei den üblichen Dimensionen derselben für einfache Oefen zwischen 63 und 100 Kilo oder 1 bis 1,25 Hectoliter. Die Destillation wird nicht so weit getrieben, dass im Sinne eines chemischen Processes ein von Destillationsproducten völlig freies Residuum hinterbleibt, da eine nothwendige Regelmässigkeit im Betriebe dazu zwingt, in bestimmten Zeitpausen die Retorten von Neuem zu beschicken. Cannelkohlen scheinen im Allgemeinen am schnellsten zu entgasen und Backkohlen in dem Grade um so langsamer, als die Eigenschaft des Backens ihnen eigen ist. Man wird hier also am leichtesten einen noch gashaltigen Coak erhalten; der Werth des so verloren gehenden Gases ist jedoch gleich Null den Zeit- und Brennmaterialverlusten gegenüber, die zu einer völligen Austreibung der noch vorhandenen Gasmengen erforderlich sein würden; schon die Aufsammlung des Gases aus der ganzen fünften Stunde der Destillation in Chamotte-Retorten von üblichen Dimensionen ist oft fraglich, wie folgende Tabelle für Kohlen verschiedenen Ursprungs zeigt.

Kohle aus	Stunde der Destillation.				
	1	2	3	4	5
	Vol.-Procente des erhaltenen Gases				
Westphalen	26—34	20—29	18—27	13—18	1—11
Rheinprovinz	31—40	24—40	19—27	1—15	0—6
Zwickau	25—37	28—41	23—27	1—16	0—1
Schlesien	34—37	28—30	21—24	10—14	1—2
Pilsener Becken	29—35	34—35	23—27	7	—
Bayern	26	22	20	23	8
England	26—42	20—39	18—22	2—21	0—10

Allgemein kann gesagt werden dass, je stärker gefeuert wird, desto mehr Gas in den ersten Stunden gewonnen wird und desto geringer die Ausbeute in den letzten ist. Nicht minder zweifelhaft ist der qualitative Werth eines in der fünften Stunde erzeugten Gasgemisches, wie folgende Zahlen erkennen lassen.

	Stunde der Destillation				
	1	2	3	4	5
	Das erzeugte Gas bestand aus Volumprocenten				
Schwerer Kohlenwasserstoffe	13	12	12	7	0
Methylwasserstoff . . .	82,5	72	58	56	20
Wasserstoffgas	0	8,8	16	21,3	60
Kohlenoxydgas	3,2	1,9	12,3	11	10
Stickstoff	1,3	5,3	1,7	4,7	10
Verhältniss d. Leuchtkraft	100.	91.	82.	71.	25.

Die Bedingungen einer reichlichen und öconomischen Production von Leuchtgas hingegen werden seit Einführung der Chamotteretorten durch die in denselben möglichen hohen Temperaturen erfüllt; indem die schnelle Zersetzung der Steinkohle ein bedeutend grösseres Volumen Gas producirt, nimmt dieses selbst einen Theil der Hitze mit sich fort, so dass die eigentliche Zersetzungstemperatur die Kirschrothgluht wenig übersteigt, ungeachtet die Wände eine höhere Temperatur haben.

Die Vorlagen. Gase und Dämpfe steigen durch den glühenden Coak, zersetzen sich dabei theilweise weiter und bedingen die Festigkeit der Coake dadurch mit, setzen aus derselben Ursache an den Seiten und der Decke der Retorte den erwähnten Graphit ab und steigen insgesammt nach vorn durch den Retortenkopf, das Steigerohr, das Knierohr nach der Vorlage; I in Fig. 172 und F in Fig. 173 und Figur 1 und 2 auf Tafel XLV. Sie passiren hierselbst wie Fig. 173 zeigt eine Theer- oder Wasserschicht, die bei grösseren Anstalten, welche mit Exhaustoren arbeiten, selten mehr als 0,030 Meter Höhe beträgt. Dadurch wird das Gas in seinem künftigen Weg von der Retorte abgesperrt, was einmal gestattet, diese beliebig öffnen und beschicken zu können, ohne dass Luft mit dem Gase sich zu mischen vermag und dadurch jeder Grund zur Explosion genommen ist, andererseits verhindert, dass Gas rückwärts nach der geöffneten Retorte zu entweichen kann. In diesem Sinne wirkt dieser Theil des Ofens als Hydraulik. Ausserdem jedoch erfährt das passirende Gas seine erste Abkühlung in diesem Apparat und setzt in Folge dessen einen grossen Theil der dampfförmig mitgeführten Stoffe als Flüssigkeit ab. Das beim Beginn der Destillation in die Vorlage gefüllte Wasser wird schnell durch Theer- und Ammoniakwasser ersetzt; man sorgt für einen stetigen Abfluss dieser ungefähr 70° C. warmen Condensationsproducte durch ein an der geschlossenen Seitenwand excentrisch angesetztes, gemeinschaftliches Abzugsrohr G, Fig. 172, durch welches auch das Gas weiter geleitet wird. Damit der schwere Theer in der Vorlage nicht

stagnire und fest werde, sorgt man auch für seine Entfernung erfolgreich durch das schwächere Rohr H, welches in dem grösseren in kurzer Entfernung mündet. In der Regel hat eine Ofenreihe eine gemeinschaftliche Vorlage, welche man am passendsten auf den Ofen, ziemlich dicht an die Vorderwand legt; man findet sie wohl auch an der Hinterwand oder frei auf gusseisernen Trägern oder gar ausserhalb des Retortengebäudes angebracht. Sie besteht aus einzelnen 2 Meter langen Theilen aus Kesselblech oder aus Gusseisen, die man durch Schrauben und Eisenkitt an ihren an einander stossenden Flanschen dichtet. Während man in früherer Zeit mehr die cylindrische Form benutzte, bewähren sich neuerdings recht gut die ʊ förmigen Vorlagen von Kesselblech und nicht zu kleinem Querschnitt hauptsächlich desshalb, weil man sie leicht mit anderen vertauschen kann, indem blos der Deckel abgeschraubt wird und durch einen andern ersetzt zu werden braucht, um sie für einen Ofen mit beliebiger Retortenzahl anzuwenden. Passende Maasse für Weite und Höhe der Vorlage sind 0,46 $\times$ 0,63 Meter. Die Eintauchröhren liess man früher oft 0,1 M. in die Flüssigkeit eintauchen, jetzt ist man auf 0,030 M. zurückgegangen, weil die Höhe der Eintauchung den in den Retorten herrschenden Druck bedingt; ist dieser gross, so wird das Gas durch Risse rapider entweichen, auch mehr durch Hitze in Kohlenstoff und Wasserstoff zerlegt werden, also Verluste herbeiführen. Zweifellos würde man ohne Eintauchung vortheilhafter vergasen; da dies jedoch nicht ausführbar ist, sucht man wenigstens jenen unvermeidlich schädlichen Einfluss durch ein richtiges Verhältniss zwischen dem Querschnitt der Vorlage und dem der Eintauchrohre möglichst auszugleichen, weil dann die entstehenden Wallungen im Innern thunlichst compensirt werden. Dieses Verhältniss muss ungefähr 10 : 1 betragen. Je grösser die Hydraulik ist, desto höher ist der Abschluss bei gleicher Eintauchung oder desto kleiner die Eintauchung für gleichen Abschluss.

4. Physikalische und chemische Reinigung.

Die Condensatoren. Das Gas tritt mit circa 70° C. aus den Vorlagen in die Rohrleitung und enthält bei dieser Temperatur viel Theer- und Wasserdämpfe, welche man in der Anstalt zurück zu halten sucht. Für in solcher Richtung dienende Apparate ist maassgebend, dass man das Gas bis zur Bodentemperatur abkühle, da andernfalls in dem Rohrnetz der Stadt eine unnöthige Ausscheidung jener Körper stattfindet, die thunlichst zu vermeiden ist; auch würden die umhüllend wirkenden Theerdämpfe die noch zu beschreibende Eisenreinigung illusorisch machen, weil dann die chemische Action nach einiger Zeit

aufhört. Man führt in Folge dessen das Gas in ein System freistehender oder im Wasser liegender Röhren, in denen seine Abkühlung und damit gleichzeitig eine rein mechanische Abscheidung von Theer- und Wasserdämpfen erfolgt, von denen letztere die Dämpfe verschieden salzartiger Verbindungen mit niederreissen. Bei kleineren Gasanstalten genügt es zumeist, die Röhren durch Luft zu kühlen oder höchstens im Hochsommer durch äusserlich aufträufelndes Wasser das Latentwerden von Wärme bei Verdunstung desselben zu benutzen; ein derartiger Apparat, Fig. 176 und 177, ist leicht verständlich. Der Kasten a ist durch Scheidewände in mehrere Abtheilungen getheilt, die aber nicht völlig zum Boden desselben hinabreichen. Auf den dadurch erzeugten Feldern stehen die Condensationsröhren b, c durch Sattelrohre e oben verbunden und derartig arrangirt, dass, wie Fig. 177 andeutet, das Gas durch 1 aufwärts, durch 2 ab- und durch 3 auf-, durch 4 ab- und so durch alle ungradzähligen aufwärts, durch die gradzähligen abwärts bei 18 und A aus dem Kasten gelangt. Die Condensationsproducte führt man durch einen Ueberfall g ab, der gleichzeitig im Innern des Kastens ein gleich hohes Niveau bedingt und die einzelnen Felder sperrt, ohne völlige Communication und das Abfliessen der Flüssigkeiten zu hindern. Die Dimensionen der Luftcondensatoren richten sich nach dem in 24 Stunden zu passirenden Gase; pro je 1000 Cubicmeter sind 12,7 bis 16 □Meter Kühlfläche erforderlich. Bei grossen Anstalten läuft man Gefahr, mit Luftcondensation dem Zweck nur unvollkommen zu ge-

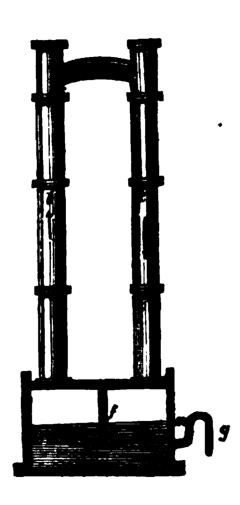


Fig. 176.

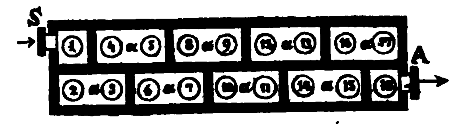


Fig. 177.

nügen und bedient sich desshalb stehender Condensatoren mit Wasserkühlung, Fig. 178 und 179. Das Gas durchströmt die drei Röhren A B C von 1 Meter Durchmesser und 5 Meter Höhe in der Richtung a b c und gelangt durch das geöffnete Ventil bei d weiter. In A B C stehen je 7 eiserne Rohre von 0,1 Meter lichter Weite e e e

Fig. 179 von oben gesehen, in welchen Wasser communicirt, das den umgekehrten Weg des Gases nimmt. Bei f in C unten eintretend,

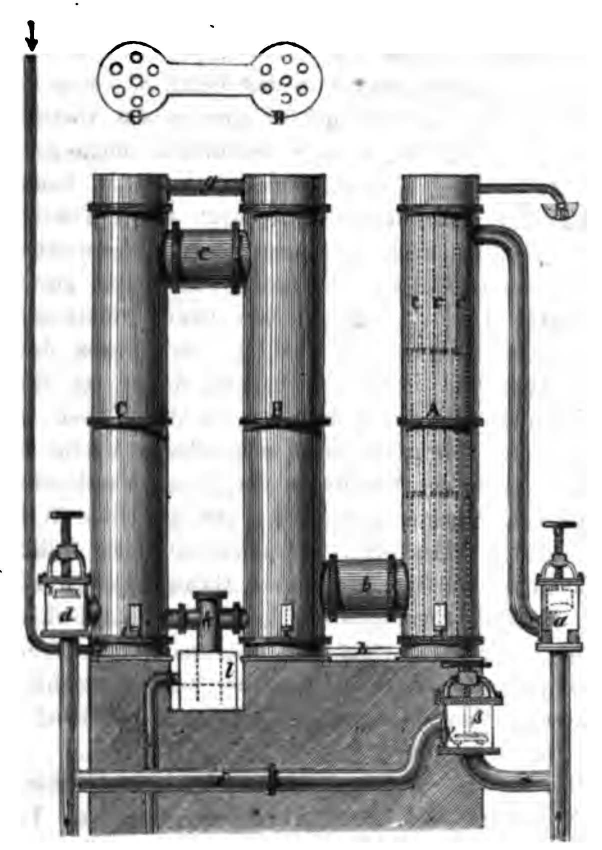


Fig. 178 u. 179.

steigt das kalte Wasser hoch, läuft in g nach B durch h nach A und aus diesem oben ab.

Nach innen rechtwinklig umgebogene Thermometer i i i lassen die Wirkung des Wassers erkennen; aus C muss das Gas mit 15° C. austreten, während es in der Regel bei seinem Eintritt 50 bis 60° C. zeigt. Die Condensationsproducte rinnen aus A durch b nach B und gelangen nebst denen aus C durch das beiden gemeinschaftliche 0,2 M. weite Kreuzrohr k in den Theertopf l, aus dem sie in der Höhe der punktirten Linie in das Theerbassin abgeführt werden. Es sei gestattet, dass man hier einer Einrichtung gedenke, die an jedem Reinigungssystem und jedem der folgenden Apparate nicht zu versäumen ist, weil man durch Betriebstörungen in der Anstalt genöthigt sein

kann, möglichst schnell ein ganzes System von Apparaten auszuschalten, d. i. mit völliger Umgehung derselben das Gas weiter zu leiten, um unheilbringenden Explosionen vorzubeugen.

Bei α beobachtet man eine Abzweigung des Eintrittsrohres für die Condensation; dieses mündet in das Ventil β, woran sich das Rohr δ mit der einen Seite, mit der anderen aber an das Austrittsrohr unterhalb d schliesst. Soll die ganze Condensation umgangen werden, so öffnet man β, schliesst a und d und hat somit in wenigen Minuten den etwa unrichtig functionirenden Apparat ausser Thätigkeit gesetzt. β und d sind Ventile, auch Schleussen genannt, in welchen durch den mittelst Spindel und Rad auf und nieder schiebbaren gusseisernen, mit Blei ausgelegten Deckel γ das in dem Ventil vorstehende Rohrende verschlossen oder geöffnet wird; seitlich findet dann das eintretende Gas seinen Austritt. Etwas abweichend davon ist die häufig für grössere Dimensionen angewandte Form des Abschlussdeckels in a, hier hält das Ende der Schraubenspindel eine Glocke, welche beim Niederschrauben am Boden des Ventils in eine, dem herrschenden Gasdrucke entsprechend hohe Theerschicht taucht und auf diese Weise den Verschluss herbeiführt. Bezüglich der anzuwendenden Kühlfläche pflegt man pro 30 Cbm. stündlich producirten Gases ungefähr 10 □Meter zu berechnen. Liegende Condensatoren haben den Nachtheil, dass sie sich durch dicken Theer leicht verstopfen. Stehende Condensatoren hat man auf die verschiedenste Weise im Lauf der Zeit eingerichtet, doch sind die beschriebenen Vorrichtungen bei leichter Handhabung mit die einfachsten.

Die Scrubber. Während die beschriebenen Kühlapparate rein physikalisch wirkend dem Gasgemisch, der erreichten Temperaturerniedrigung entsprechend, den bei weitem grössten Theil des Wasserdampfes sowie Ammoniaksalze entziehen, kann dies nicht von seinen Theerdämpfen gesagt werden. Es verbleiben davon genug im Gase, um es noch als ungenügend rein für folgende Operationen zu betrachten. Man führt es daher gemeiniglich an Körpern vorüber, welche eine grosse Oberfläche darbieten, um so durch Stoss und Flächenanziehung eine möglichst vollkommene Entfernung seiner Theerdämpfe zu ermöglichen. Der dazu dienende Apparat, Figur 180 und 181, besteht der Hauptsache nach aus einem oder mehreren gusseisernen Cylindern oder viereckigen Kästen D, welche 2 bis 3 M. im Durchmesser und 5 bis 6 M. Höhe haben; je nach der Production richtet man so viel Apparate ein, dass pro 1000 Cbm. in 24 Stunden producirten Gases 5—20 Cbm. Fassungsraum berechnet werden. Wie die Abbildung zeigt, ist das Innere durch eine senkrechte Scheidewand mit Ausnahme des unteren

Theiles in 2 Räume getrennt (eine Einrichtung, die bei grossen Anstalten in der Regel fehlt), und bis fast zum Deckel mit einem lockeren

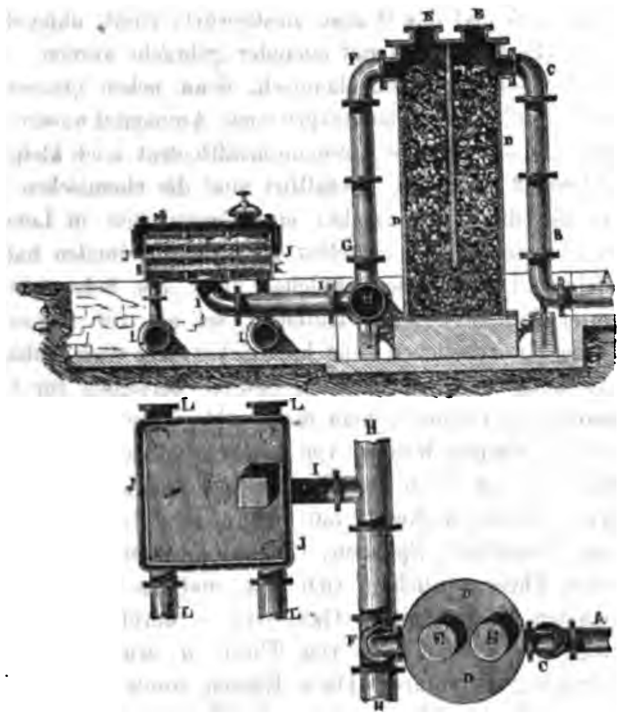


Fig. 180 u. 181.

Material gefüllt; man wandte dazu in früheren Zeiten Thon-Retortenbrocken an, ist aber auf Coak übergegangen, weil sich derselbe besser verwerthen lässt. Durch das Rohr A B C strömt das Gas von der Condensation in die rechte Kammer, dringt durch den Coak nach unten, kehrt daselbst in die linke Hälfte um und entweicht oben durch das Rohr F und G. Die grosse Oberfläche der Coakstücken entzieht dem darüber geführten Gase einen namhaften Theil der ammoniakalischen Salze und fast allen Theer. Dazu bedarf man ungefähr für eine Anstalt zur Speisung von 8000 Flammen 15 Cbm. Coak, der im Sommer 3, im Winter oft nur 1 bis 1½ Monat tauglich bleibt. Nach dieser Zeit wäscht man den Coak etwas mit Wasser in den Kasten, entleert ihn sodann und verbrennt die mit Theer vollgesogene Masse in den Oefen.

Will man den Effect noch erhöhen, so hält man die Scrubber durch kaltes, dünnes Ammoniakwasser, welches die Vorlage liefert, feucht, ist dann aber oft gezwungen, den Coak durch horizontale Bretter-

lagen, welche 0,1 M. von einander liegen und durchlöchert sind, oder durch hölzerne Horden, die gitterartig eingelegt werden, zu ersetzen, weil der Coak sich einseitig zusammendrückt und Canäle bildet, in denen das Gas auf- und das Wasser niederwärts rinnt, ohne dass beide in die erforderliche Berührung mit einander gebracht werden. In diesem Falle wirkt der Scrubber auch chemisch, denn neben grossen Mengen Schwefelwasserstoff, welche das aufspritzende Ammoniakwasser absorbirt, werden durch das entstehende Ammoniumsulfhydrat auch kleine Mengen Schwefelkohlenstoff gebunden. Detaillirt sind die chemischen Vorgänge im Scrubber allerdings noch nicht; eine Commission in London, von dem Staate eingesetzt, will daselbst neuerdings gefunden haben, dass der Schwefelgehalt des Gases, welcher nicht als Schwefelwasserstoff auftritt, hinter dem Scrubber bedeutender sei als vor demselben. In Fällen, wo die Theertheilchen sehr hartnäckig dem Gase anhaften oder wo die Entfernung auch der letzten Spuren derselben zur strengsten Pflicht gemacht ist, verbindet man die Scrubber wie die Figuren zeigen mit gusseisernen flachen Kästen von grosser horizontaler Ausdehnung, in deren Innerem auf seitlichen Rippen und mittleren Stützen Holzhorden liegen, welche nochmals mit einem sehr losen Material z. B. getrocknetem Coakabfall, Spähnen, Chamottebrocken belegt sind. Die letzten Spuren Theer verdichten sich hier, und das von H und J dem Reinigungskasten K zugeleitete Gas wird — durch die drei Hordenlagen gelangt — absolut frei von Theer in den Rohren L L der Eisenoxydreinigung zugeführt. Diese Kästen werden zur Nothwendigkeit, wenn man die Scrubber weniger als Theerabsonderer sondern als Absorbtionsapparate für Ammoniaksalze betrachtet; in diesem Falle wird der vorletzte der Scrubber mit Wasser feucht erhalten, der letzte mit einer verdünnten Schwefelsäure. Dem dadurch erzielten Nutzen auf der einen Seite steht aber ein viel höher anzuschlagender Nachtheil gegenüber; es kann nämlich leicht durch zu viel Wasser ev. verdünnte Schwefelsäure dem Gasgemisch ein grosser Theil seiner eigentlich leuchtenden Bestandtheile entzogen werden, daher man in neuester Zeit in Deutschland rationell nur mit Ammoniakwasser von 1 bis 2° B. wäscht, selbiges bis zu 4 bis 5° anreichern lässt, und dieses wieder durch neues ersetzt.

Die Waschapparate. Aus obigem Grunde verschwindet in rationell betriebenen Gaswerken neuestens auch immer mehr die Kategorie der sogenannten Waschapparate, welche das Gas zwangen durch circa 40 bis 80 Röhren von 0,02 bis 0,03 M. oder andern Mechanismen eine Wasserschicht von 0,03 bis 0,06 M. zu durchdringen; eine auch

schon desshalb nachtheilige Vorrichtung, weil der Druck unnöthig erhöht wird.

Der Exhaustor. Ehe das Gas den letzten chemischen Reinigungsprocess erreicht, führt man es durch einen Apparat, welcher von hoher Bedeutung für Qualität und Quantität des Gases ist, weil seine Wirkung sich auf die Gaserzeugung ausdehnt, also auf die Retorten. Man beobachtete schon vor 50 Jahren, dass die Ausbeute an Gas um 10 bis 15% sich steigert, wenn man den im ganzen Rohrsystem der Fabrik herrschenden Druck von den Retorten ausschlösse, erzielte in diesem Falle sogar ein relativ besser leuchtendes Gas und verringerte den in den Retorten entstehenden und oft lästigen Graphitabsatz bedeutend. Dazu diente ein mechanisch wirkender Aspirator, der Anfangs nach CLEGG's Idee der später noch zu beschreibenden Gasuhren durch Maschinenkraft mit umgedrehtem Bewegungsmechanismus als die Gasuhren functionirte, wobei Wasser oder Kalkmilch als Sperrungsmittel gleichzeitig eine partielle Reinigung des Gases besorgte; dann wendete man mit Vorliebe in England und Frankreich den PAUWEL'schen Dreiglockenexhauster an, bei dem in Wasser auf- und niedergehende Glocken saugende Wirkung ausübten. Die in Deutschland seit einer Reihe von Jahren beliebteste und verbreiteste Vorrichtung für obigen Zweck ist der BEALE'sche rotirende Exhaustor, Fig. 182 u. 183.

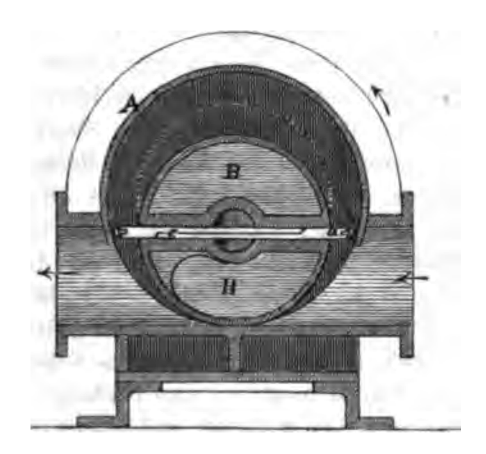


Fig. 182.

In dem cylindrischen Gehäuse A ist durch eine Betriebswelle E in kleinerer geschlossener Cylinder B excentrisch angebracht und durch rei verschiedene grosse Riemscheiben, die an dem Lagerbock F ruhen ı rotirende Bewegung zu versetzen, so dass 60 bis 100 Umdrehungen on B in der Minute erreicht werden. Im Winkel von 90° zur Achse

von B bewegen sich in einer Nuthe desselben zwei Scheiben C über einander, so zwar, dass sie bei jeder Stellung des inneren Cylinders den Raum des Gefässes A in zwei gleiche Hälften theilen; mit ihren auf einander liegenden Enden in B sich darin hin- und herschiebend ruhen sie durch Schienen b, welche mittelst kleiner Federn a ihnen noch erhöhte Beweglichkeit und dem abgeschlossenen Raum möglichste

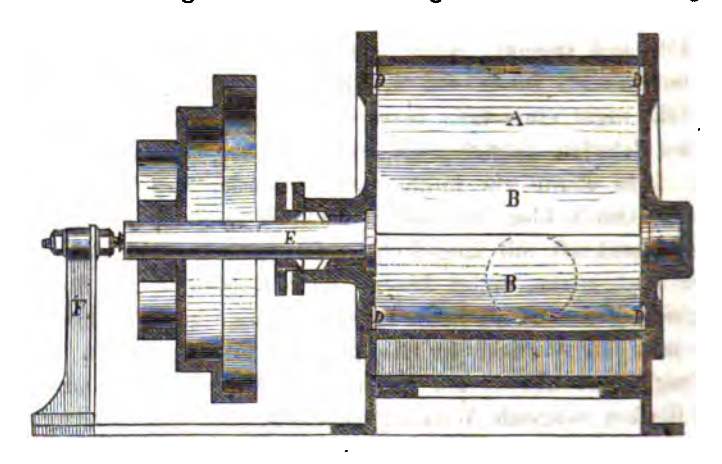


Fig. 183.

Dichtung verleihen, in Führungsringen D. Dies sind in den Endplatten des Gehäuses eingelassene Metallringe, welche sich concentrisch mit dem Gehäuse bewegen können und in Folge hiervon durch C und B herumgeschleift werden. Bei dem abgebildeten Stand ist der Ab- und Zufluss des Gasrohres geschlossen und der obere Raum mit Gas erfüllt. Sobald die Drehung in der Richtung des Pfeiles erfolgt, schiebt sich die linke Scheibe in B hinein, während die rechte sich, das Gehäuse stets ausfüllend, vorschiebt. Gleichzeitig wird der Ausgang des Gasrohres geöffnet und das im oberen Raum befindliche Gas durch die rechte Scheibe, vor sich hergeschoben, in das Rohr gedrückt; von diesem Moment an tritt jedoch auch hinter die rechte Scheibe vom Zuflussrohr Gas ein, bis zu dem Moment, wo eine Drehung um 180° erreicht ist. Auf diese Weise wird Gas geschöpft und ausgeworfen; der Apparat ist wenigen Reparaturen unterworfen und geht mit Ausnahme der Federn a, die jährlich zu erneuern sind, oft viele Jahre. Ein solcher Exhaustor genügt für einen stündlichen Consum von 112 Cbm. bei 0,31 M. Länge und Durchmesser, für 560 Cbm. stündlichen Consum bei 0,63 M. Länge und Durchmesser. Ebenso sicher wirkend, wenn auch nicht so allgemein angewandt, sind die für gleichen Zweck dienenden Kolbenexhaustoren, Fig. 184. Aehnlich wie bei Dampfmaschi-

nen tritt das Gas von A kommend je nach der Stellung des in den Schieberkasten B auf- und niedergehenden Schiebers C durch den Canal D oder E über oder unter den in dem verticalen Cylinder F auf- und abgleitenden Kolben G, um, von diesem so angesogen durch denselben Canal in dem es kam, nach dem Schieberkasten zu gelangen. Der äusserliche Bewegungsmechanismus von C hat nämlich, wenn man annimmt, es sei beim Niedergang des Kolbens aus A durch D Gas nach F gelangt, eine Umsteuerung des Schiebers C nach unten bewirkt, so dass im Moment des Umkehrens vom Kolben G nach oben C die gezeichnete Stellung einnimmt, also A, D und E von einander abschliesst. Im nächstfolgenden Augenblick gleitet jedoch C noch tiefer, in Folge dessen A mit E und D mit B in Communication gesetzt wird. Während nun der nach oben gleitende Kolben G das angesogene Gas vor sich hertreibt, saugt er gleichzeitig aus A durch E von Neuem Gas unter sich und drückt dies, an der Cylinderdecke angelangt, vermöge der wieder veränderten Schieberstellung durch E und B fort. Derartige Exhaustoren machen pro Minute 35 bis 50 Hübe und befördern je nach ihrem Durchmesser von 0,73 M. bis zu 14000 Cbm. in 24 Stunden; man wendet sie zumeist in grossen Werken an; ihr Gang ist in sehr gleichmässiger und ihr Nutzeffect oft 80%. BEALE'sche Exhaustoren erreichen diesen Procentsatz nur selten, dienen meistens kleineren Werken und zeigen wegen ihrer nicht absolut gleichen Wirksamkeit Druckschwankungen von 0,01 bis 0,02 M.

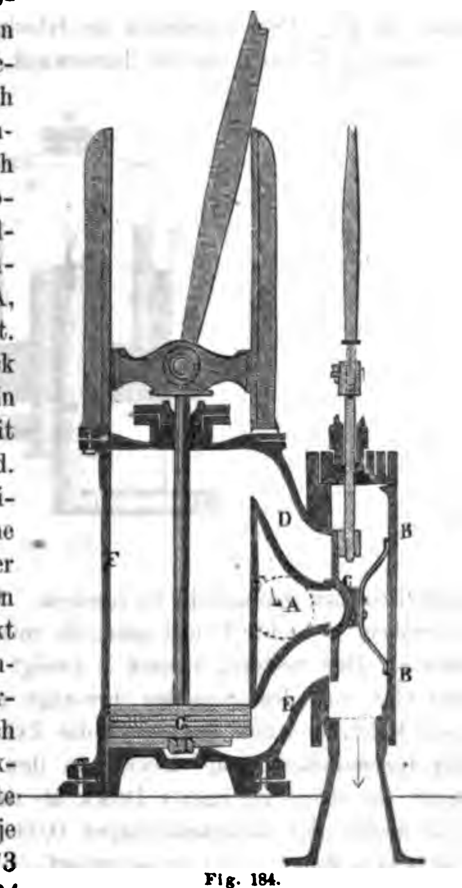


Fig. 184.

Solche sind jedoch unvermeidlich, da man nicht im Stande ist, dem jederzeit veränderlichen Gasstrom mit Exhaustoren in seinen Schwankungen zu folgen.

Dieser Uebelstand könnte erheblich werden eventuell Explosionsgefahr bewirken, wenn die Exhaustoren nicht nur das erzeugte Gas, sondern auch die Verbrennungsgase durch Retortenrisse, sowie Luft an den Retortenmündungen mit ansaugen würden. Desshalb sind mit den Exhaustoren unvermeidlich Regulatoren verbunden.

Die Regulatoren. In dem mit Theer theilweise gefüllten Gefässe A, Fig. 185, schwimmt die Glocke B, welche einen hohlen, geschlossenen Kranz C an der Innenwand besitzt, um sie möglichst ver-

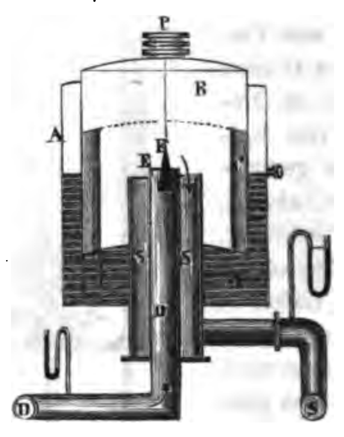


Fig. 185.

änderlich und beweglich zu machen. Auf ihr liegen zum Reguliren derselben, Gewichte P und unter ihr münden zwei in einander stehende Rohre. Das weitere, äussere S zweigt sich von dem Rohrstrang, der das Gas von dem Scrubber hersaugt ab, das engere, innere D von dem Rohr, welches das durch die Exhaustoren angesogene Gas nach der Eisenoxydreinigung drückt; in ihm herrscht also Ueberdruck, in jenen ein etwas geringerer Druck als der der Atmosphäre. Wenn die Tauchrohre der Retortenvorlagen 0,03 bis 0,04 M. in den Theer der Vorlage eintauchen, ist es sogar erforderlich, dass durch den Gang der Exhaustoren eine Minusspannung von 0,01 M. in dem Saugerohr hervorgebracht wird, es ist dies der normale Zustand und ein an der Decke der Glocke befestigtes Kegelventil verschliesst in diesem Falle durch den Stand jener das Zweigrohr D. In dem Moment, wo jedoch diese Gasverdünnung grösser wird, beginnt das Spiel und die Wirksamkeit des Regulators; die grössere Gasverdünnung als 0,01 Meter bewirkt, dass das in der Glocke reservirte Gasquantum jene auszugleichen versucht, aus der Glocke verschwindet und diese selbst sich in Folge dessen senkt; damit senkt sich aber auch das Kegelventil F, und durch die

entstandene kreisförmige Oeffnung zwischen Ventil und der Platte E dringt Gas aus dem Druckrohr und hebt selbstthätig die befürchtete Gasverdünnung auf. Indem sich dieser Zustand in kurzen Zeitintervallen wiederholt, entsteht eine zitternde Bewegung der Regulatorglocke, die bei richtigem Stand des Manometers im Saugerohr die normale Thätigkeit des ganzen Apparates erkennen lässt. Ist also der Gang des Exhaustors schneller als die in der Zeiteinheit producirte Gasmenge, so tritt das bereits angesogene und fortgedrückte Gas wieder in die Saugleitung hinein.

Exhaustor und Regulator findet man mitunter direct hinter der Vorlage, auch wohl hinter den Condensatoren angebracht; durch dieses Arrangement wird aber eine Theer- und Ammoniakwasserabsonderung herbeigeführt, die destruirend auf das Metall oder hemmend auf die freie Thätigkeit jener einzuwirken im Stande ist. Die beschriebene Anordnung ist die naturgemässe, weil derartige Uebelstände fortfallen und das Gas nur noch dem letzten und wichtigsten Stadium der chemischen Reinigung zu unterwerfen ist. Von der Vorlage bis zum Exhaustor steht bei einem rationellen Betriebe das Gas durch die saugende Wirkung desselben unter dem Druck der Atmosphäre; vom Exhaustor aus hängt dieser Druck von dem Druck der Gasbehälterglocke, dem Druck des Stationsgaszählers, sowie dem durch den Inhalt der sogleich zu beschreibenden Reinigungskästen ab und erreicht oft 0,2 bis 0,3 M. Wasserhöhe; während bei den bisher beschriebenen Apparaten eine Undichtheit derselben nicht durch Gasausströmung leicht kenntlich wird, zeigt sich nun eine solche hinter dem Exhaustor.

Die Reinigung in Reinigungskästen. Man hat aus dem Gase noch drei Körper abzuscheiden, wenn es den Ansprüchen des consumirenden Publicums völlig genügen soll, Ammoniak, Schwefelwasserstoff und Kohlensäure. Die Abscheidung der Kohlensäure wird dem Kalkül unterliegen, ob ihre für die Leuchtkraft des Gases schädliche Wirkung höher anzuschlagen ist, als die durch ihre Entfernung verursachten Kosten. Es kann hier nicht der Ort sein auf die unendlich vielen Vorschläge, obige drei Körper ganz oder partiell dem Gase zu entziehen, näher einzugehen, sondern vielmehr eine in den grössten Werken Deutschlands übliche und erprobte Methode vorzuführen. Man bedient sich dazu Substanzen, welche in einem lufttrockenen, bis halb feuchten Zustande auf Horden ausgebreitet, dem zu reinigenden Gase eine möglichst grosse Oberfläche darbieten.

Das Ammoniak entfernt man in der Regel zuerst und zwar in solchen Reinigungskästen, wie sie bei den Scrubbern, Fig. 180, erwähnt worden sind. Auf den dort erwähnten Hordenlagen von Holz oder

Eisenstäben liegt zu diesem Zweck 0,1 bis 0,2 M. hoch geschichtetes Sägemehl, welches man mit verdünnter Schwefelsäure ansäuert; das Material wird, wenn eine Probe der obersten Horden neutrale oder schwach alkalische Reaction zeigt, mit Wasser ausgewaschen, die entstehende Lösung von Ammoniumsulfat wird zur Krystallisation verdampft, das ausgelaugte Sägemehl aber, wiederum mit Schwefelsäure befeuchtet, von Neuem verwendet. Nach der Stärke wie Quantität derselben und dem Ammoniakgehalt des Gases richtet sich die Quantität Rohgas, welche von Ammoniak befreit werden kann. Auch gröblich gemahlener Gyps wird wohl zur Entfernung des Ammoniaks aus dem Gase in ähnlicher Weise verwandt; man mischt ihn mit Coak oder wendet ihn rein an und erhält nach seiner Herausnahme aus dem Reiniger theilweise unveränderten Gyps, theilweise durch die Kohlensäure und das Ammoniak des Gases Ammoniumsulfat und Calciumcarbonat, die ganze Masse aber getränkt mit Ammoniumcarbonat; letzteres zersetzt man mit verdünnter Schwefelsäure und laugt sodann das ganze Material aus, um es nach dem Trocknen von Neuem zu benutzen. Das Entleeren der noch zu beschreibenden Eisenoxydreiniger von dem unwirksamen Material — eine sich in Gasanstalten häufig wiederholende Manipulation — wird den dabei beschäftigten Arbeitern wesentlich erleichtert, wenn man das Ammoniak vor diesem Theil der Reinigung zum grössten Theil bindet.

Schwefelwasserstoff entfernt man rationell im Anschluss an die Ammoniakreinigung aus dem Gase und gewöhnlich in denselben Räumlichkeiten, seine Beseitigung geschieht in jeder nur einigermaassen gut geführten Gasanstalt vollkommen. Die verschiedensten Mittel sind in Vorschlag und zu längerer oder kürzerer Anwendung gekommen, wenige von allen diesen beibehalten und als bewährt befunden worden. Das bis jetzt verbreitetste Mittel, von Laming zuerst angegeben, ist ein Gemenge von gleichen Volumen Eisenvitriol, Calciumhydroxyd und Sägemehl derart dargestellt, dass man den zu Pulver gelöschten Kalk mit Sägemehl innig mengt und den Eisenvitriol, in Wasser gelöst, mittelst einer Giesskanne übergiesst. Man schaufelt die Massse fleissig durcheinander, bis sie rothbraun geworden ist und bringt sie dann sofort zur Verwendung. Eisenvitriol und Calciumhydroxyd zersetzen sich dabei erst in Gyps- und Eisenhydroxydul; dieses nimmt Sauerstoff aus der Luft auf und erzeugt Eisenhydroxyd, auf welches der Schwefelwasserstoff des Leuchtgases einwirkt. Ueber die Art und Weise, wie dies geschieht, ist sehr viel experimentirt worden und sind die verschiedensten Meinungen geäussert. Die neuesten Untersuchungen darüber stellen den Process sehr einfach und deutlich dar:

$$Fe^2O^3, 3HO + 3HS = Fe^2S^3 + 6HO$$

oder: $\left.\begin{matrix}Fe^2\\H_6\end{matrix}\right\} \Theta_6 + 3\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\} S = Fe^2S^3 + 6\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\} \Theta.$

An der Luft liegend findet, oft unter bedeutender Wärmebildung, lurch den Sauerstoff der Atmosphäre bei Gegenwart von Wasser Rück-)ildung von Eisenhydroxyd unter Schwefelausscheidung statt nach dem Schema:

$$Fe^2S^3 + 3HO + 3O = Fe^2O^3, 3HO + 3S$$

oder: $Fe^2S^3 + 3\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\} \Theta + 3\Theta = \left.\begin{matrix}Fe^2\\H_6\end{matrix}\right\} \Theta_6, 3S.$

Man ersieht leicht, dass hierbei das Calciumsulfat nur etwas ımmoniakbindend wirkt, für die Entfernung des Schwefelwasserstoffs ıus dem Gase jedoch indifferent ist. Dies erkennend, verwendet ein ;rosser Theil der Gasingenieure den Raseneisenstein, der in Schlesien ınd Böhmen viel gefunden wird; das Mineral enthält oft 70 bis 80% Eisenhydroxyd und hat, aus Buddin bezogen, nach des Verfassers Unteruchungen die folgende Zusammensetzung:

Eisenhydroxyd . .	54,68% *
Sand und Gangart	15,94%
Pflanzenreste . .	1,12%
Wasser	27,52%
Schwefelsäure . .	0,30%
Verlust	0,44
	100,00.

Zu seiner Verwendung für die Gasreinigung wird es fein gemahlen ler, wenn es genügend fein geliefert wird, sofort mit dem gleichen 'olumen Sägemehl gemischt und angefeuchtet, verwendet. So präpa-rt vermag 1 Cbm. des Gemisches 3000 bis 6000 Cbm. Gas von chwefelwasserstoff zu befreien; man erkennt seine Unwirksamkeit, enn das darüber hingestrichene Gas einen Papierstreifen, der mit Blei-:etat getränkt ist, schwärzt; ist dieser Moment eingetreten, so wird ı in 0,1 bis 0,2 M. dicker Schicht der Luft ausgesetzt, wobei die erähnte Umsetzung statt hat und je nach der Energie des Umbildungs-:ocesses erlaubt, das Material nach 1 bis 8 Tagen wieder in Gebrauch ı nehmen. Man erkennt, dass durch den ausscheidenden Schwefel olumen und Gewicht der Masse sich erhöhen. Ist sie zur Reinigung :s Gases 40 Mal benutzt worden, so zeigt die Analyse 40 bis 45% eien Schwefel, der eine fernere erfolgreiche Reinigung des Gases ver-

* Entsprechend 75,44%. Eisenhydroxyd in wasserfreiem Zustande des ntersuchungsobjectes.

eitelt. Der wichtige Process der Befreiung des Gases vom Schwefelwasserstoff geschieht in besonderen, sogenannten Reinigungsgebäuden, deren Beleuchtungslaternen, um Explosionsgefahr zu vermeiden, stets ausserhalb des Gebäudes vor den Glasfenstern angebracht sind. Um das Arbeiten in diesen Räumen dem Bedienungspersonal erträglich zu machen, hat man für eine genügende Ventilation Sorge zu tragen. Der Dachstuhl solcher Gebäude wird meist von Holz hergestellt, weil erfahrungsmässig eiserne Constructionen dem Rosten durch die feuchte ammoniakalische Atmosphäre sehr ausgesetzt sind. Das Gas durchstreicht zu seiner Reinigung ähnliche Reinigungskästen, Fig. 180, wie sie gelegentlich der Scrubber bereits geschildert sind, nur in der Regel von noch grösseren Dimensionen, siehe Fig. 3, 4 und 5 auf Tafel XLV. In dem Kellerraum des Gebäudes stehen auf 4 bis 8 gemauerten Pfeilern die in Frankreich meist runden, in Deutschland meist rectangulären oder quadratischen Reinigungskästen C E aus gusseisernen Platten zusammengefügt. In der Höhe von A befindet sich die Dielung, so dass der untere Theil der Apparate sowie ihre Rohrverbindungen und Ventilkasten in dem Kellerraum untergebracht sind. Im Innern der Kästen liegen auf eisernen Rippen und Ständern in Entfernung von 0,25 M. Horden von Holz- oder Eisenstäben, auf welche das Reinigungsmaterial 0,1 bis 0,3 M. hoch aufgetragen wird. Den Verschluss bilden Deckel von dünnem Eisenblech O O, welche durch aufgenietete Schienen vor einem Durchbiegen geschützt werden; an letzteren befinden sich Oesen R R', in welche Ketten eingehängt werden, die an der Decke des Gebäudes auf einem Haspelwerk sich auf- und niederbewegen, Figur 186, wodurch der Deckel emporgehoben und bei Seite geschoben werden kann, wenn der Kasten gefüllt und entleert werden soll. Der Deckel ragt mit seinen verticalen Seitenwänden 0,2 bis 0,3 M. in einen an dem Reiniger sitzenden, nach oben offenen, nach unten geschlossenen Kranz Z, die Tasse genannt, welche mit Wasser gefüllt, auf diese Weise einen Abschluss zwischen beiden Apparattheilen herstellt; gegen den herrschenden Gasdruck wird der Deckel durch Hakenösen und Splinte oder Wirbel auf dem Reiniger festgehalten. Das Ventil P dient dazu, die in dem Reiniger enthaltene Luft zu entfernen, wenn derselbe mit Gas gefüllt werden soll. Dieses tritt von unten ein, wird, die Horden durchstreichend, von Schwefelwasserstoff befreit und kehrt, unter dem Deckel angelangt, in einer in dem Hauptraum vermittelst der Scheidewand L abgezweigten Kammer niedersteigend, wieder nach unten um; am Boden des Abzugscanals angelangt, führt es ein Rohr weiter zu einem zweiten Reiniger und von diesem endlich in einen dritten. Man begnügt sich also nicht mit einer einfachen Reinigungsvorrichtung,

sondern verdreifacht sie, um auch jede Spur Schwefelwasserstoff dem Gase zu entziehen. Die Praxis findet es für passend, ein System von vier derartigen Kästen zu verwenden, von denen einer zum Entleeren und Füllen der Reinigungsmasse ausgeschaltet ist, während die drei

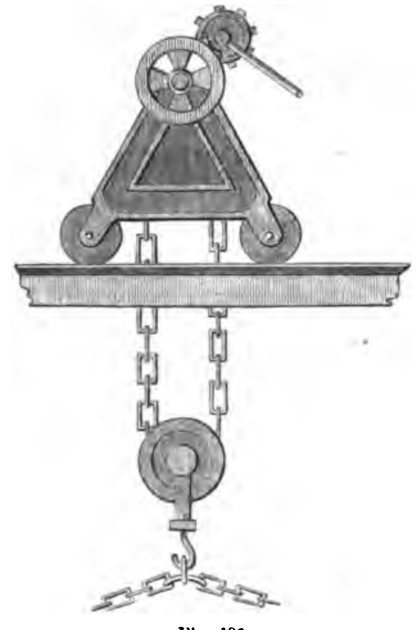


Fig. 186.

übrigen functioniren. Wird es nun erforderlich, den einen von diesen zu entleeren und den frisch beschickten Reiniger in den Kreis der Apparate einzuschalten, so hat man dazu verschiedene Rohrverbindungen, Hähne oder Ventile nöthig, deren gebräuchliche Anordnung in Fig. 187 wiedergegeben wird. R 1 bis 4 sind die Reiniger, zwischen denselben liegt das Hauptrohr für ungereinigtes Gas, unter je zwei der Reiniger ein Abzugsrohr des gereinigten Gases. E 1 bis 4 sind Eingangsventile von der Construction, die gelegentlich der stehenden Wassercondensatoren, Figur 178, beschrieben sind. Ü 1 zu 2, 2 zu 3, 3 zu 4 und 4 zu 1 sind Uebergangsventile aus einem Reiniger in den anderen und A 1 bis 4 die Ausgangsventile für das gereinigte Gas. Nimmt man an, Reiniger 2 sei ausgeschaltet, um mit frisch regenerirter Reinigungsmasse beschickt zu werden, so strömt das ungereinigte Gas durch E3 in den Reiniger III ein, durch Ü3 zu 4 nach R IV, und durch Ü4 zu 1 nach R I aus dem es, von Schwefelwasserstoff befreit, durch A1 in das Rohr für gereinigtes Gas gelangt. Eine ältere, in

der Neuzeit bei grossen Werken seltenere Einrichtung für obige Zwecke basirt auf der Verwendung des CLEGG'schen Wechselhahnes, dessen

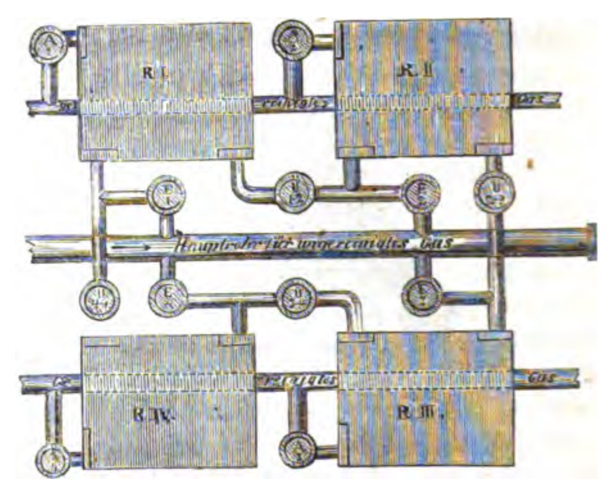


Fig. 187.

Wesen im Verein mit einem System von vier Reinigern in Figur 188 wiedergegeben ist.

In der Mitte der vier Reiniger A B C D steht ein kreisrundes Gefäss E je nach der Grösse der Reiniger und dem herrschenden Gas-

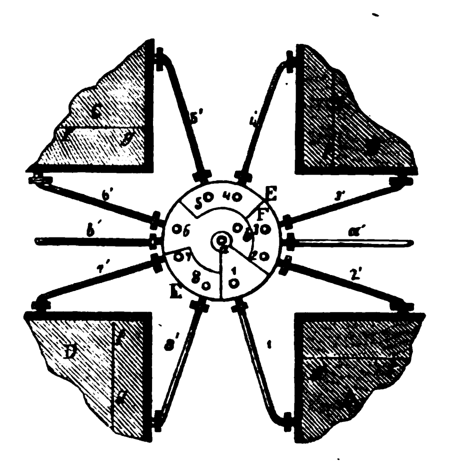


Fig. 188.

druck 0,3 bis 1,3 M. hoch und 0,6 bis 2 M. Durchmesser. Am Boden desselben treten bis $^3/_4$ zur Höhe der Oberkante des Kastens 10 Röhren vertical empor, welche ausserhalb ihre Verbindungen mit den Reinigern haben. Ueber diesem Behälter, der zu $^2/_3$ mit Wasser gefüllt ist, stülpt

man eine eiserne Haube F, die an ihrem Deckel angenietete, bis fast auf den Boden reichende, verticale Scheidewände besitzt, welche so arrangirt sind, dass je zwei Rohrenden sich in einem der gebildeten Felder unter der Haube befinden. Wird angenommen, Reiniger D functionire nicht, so strömt das Gas von a' kommend nach a, von dort nach 1 durch 1' nach A, von dort hinter der verticalen Scheidewand, die durch g f in jedem Reiniger gebildet wird hernieder nach 2', nach dem Ventil zurück nach 2, von da durch 3 und 3' nach B, von dort durch 4' nach 4, von dort durch 5 und 5' nach C, von dort endlich gereinigt durch 6' und 6 nach b, in dem es nach b', dem Rohr für gereinigtes Gas, gelangt; durch entsprechende Drehung der Haube hat man ganz in der Hand je drei andere Reiniger in leitende Beziehung zu bringen. Diese sehr sinnreiche Anordnung hat den Fehler, dass in den Kammertheilen der Haube unvermeidlich ungereinigtes Gas verbleibt, das bei unveränderter Stellung derselben dem gereinigten Gase sich beimischt und bedingt, es noch einmal durch einen Reinigungsapparat streichen zu lassen, ehe es gemessen und aufgesammelt werden kann.

Die Grösse der Reinigungskästen richtet sich nach dem passirenden Gasquantum und erfordert pro 1 Million Cubikmeter Jahresproduction 3,5 □Meter Querschnitt jedes Reinigers.

Soll aus dem Gase die Kohlensäure ganz oder partiell noch entfernt werden, die man in demselben je nach den Kohlen und der Darstellungsweise bis zu 4 Vol. % antrifft, so wird es durch obige gleichartige Reiniger geleitet, deren Horden mit halb festem Calciumhydroxyd 0,1 M. hoch belegt sind. Indem 2 bis 3 Kästen mit je drei Hordenlagen durchstrichen werden, tritt das Gas, von Kohlensäure befreit wieder aus, oft um nicht Wenig in seiner Leuchtkraft verbessert.* Der Verbrauch an gebranntem Kalk für diesen Process ist jedoch nicht unbedeutend; man rechnet auf je 1000 Cbm. in 24 Stunden zu reinigendes Gas eine horizontale Oberfläche von 2 □Meter, bei einer Dicke von 0,040 Meter des Absorbtionsmittels.

5. Messung, Aufbewahrung und Leitung des Gases.

Der Stationsgaszähler. Für den rationellen Betrieb einer Gasanstalt ist es sowohl erforderlich eine Controle bezüglich jeder Stunde während der Gaserzeugung zu besitzen als auch überhaupt zu erfahren, wie viel Gas in 24 Stunden erzeugt worden ist, damit an der Hand dieser Notizen sich die tägliche Ertragsfähigkeit der vergasten Kohlen feststellen lasse. Zu dem Ende wird das Gas vor seiner Aufbewahrung

* Man nimmt an, dass je 1% Kohlensäure das Gas um 1 Kerzenstärke verschlechtert.

in den Gasbehältern gemessen. Dies geschieht in Apparaten, denen man obigen Namen beigelegt hat und die aus einem vielmal grösseren Modell der kleineren Gasuhren an den Consumtionsstellen hervorgegangen sind; diese werden anderwärts noch ausführlich besprochen werden und sei von jenen nur so viel erwähnt, dass ihr Gehäuse wegen ihrer Function, solider als die Kleinen, aus Gusseisen hergestellt wird. In einem liegenden Cylinder, etwas mehr als zur Hälfte mit Wasser gefüllt, bewegt sich um eine im Centrum desselben laufende Achse der vierfache Gang einer archimedischen Schraube aus Blech gefertigt und die Trommel genannt, ohne Unterbrechung durch den Druck des aus den Reinigungskästen ausströmenden Gases. Diese Bewegung wird auf ein Zeigerwerk übertragen und erlaubt ein Ablesen von 1 Cbm. an in decimaler Theilung bis zu 1 Million Cbm. Die Zahnräderconstruction hängt sowohl von dem Inhalt des innerhalb der Trommel mit Gas erfüllten Raumes, als auch von den Umdrehungen der Trommel, welche in 1 Stunde nicht mehr als 100 betragen sollen, ab; man hat bereits derartige Zählapparate erbaut, welche pro 1 Stunde 3000 Cbm. hindurchpassirtes Gas verzeichnen.

Die Gasbehälter dienen dem Theil des erzeugten Gases, welcher nicht im Verhältniss der Gewinnung consumirt wird zur Aufbewahrung und in untergeordneter Weise zur Messung des stündlichen Consums. Aus letztem Grunde ist die tagesübliche Polemik gegen den für solche Apparate auch vorkommenden Ausdruck: „Gasometer“ nicht correct, weil gerade die grössten Anstalten in Deutschland der Messung des pro Stunde verbrauchten Gases eine nicht zu unterschätzende Aufmerksamkeit zuwenden.

An allen Constructionen der Gasbehälter unterscheidet man in der Hauptsache die Haube oder Glocke von dem Bassin oder Wasserbecken.

In diesem mehr oder weniger grossen, kreisrund erbauten Raum befindet sich bis zu einer gewissen Höhe Wasser, in welches eine Glocke, von dünnem Eisenblech construirt, eintaucht und sich gefügig durch das ein- und abströmende Gas hebt oder senkt.

Als Material zu dem Reservoir diente in den ersten Epochen der Gasindustrie Holz; Bottiche von grossen Dimensionen und mit starken Reifen zusammengehalten, stellte man entweder dicht auf die Erde oder auf gemauerte Pfeiler; später ersetzte man das Holz durch Gusseisen. Der ganze Behälter wurde aus Platten zusammengefügt, welche am Boden nicht unter 0,026 M. stark, nach oben bis 0,015 M. ausliefen. Ihre aufgebogenen, 0,050 M. langen Ränder waren durchlöchert und mit Bolzen und Schrauben an einander befestigt; die entstehenden Fugen

dichtete man durch den erwähnten Eisenkitt oder mittelst Thon, der mit gekochtem Theer getränkt war. Die in der Neuzeit zu erbauenden Behälterbecken werden selbst in den kleinsten Dimensionen wohl immer aus Mauerwerk aufgeführt. Das Arrangement trifft man derart, dass ungefähr die halbe Höhe des Behälters — wenn es die Bodenverhältnisse irgend gestatten, — im Erdboden aufgeführt und der freistehende, hervorragende Theil mit einer starken Erschütterung A A versehen wird, um Schutz gegen die Atmosphäre zu gewähren, Fig. 189. Der unterste Fussboden ist entweder eine Lage festgestampfter Lehm, wohl

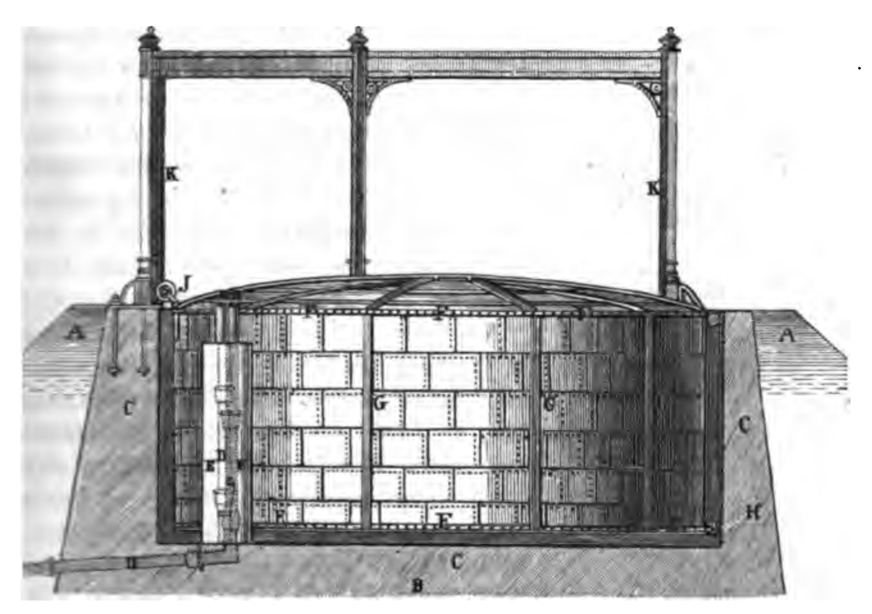


Fig. 189.

uch Backsteine in Cement gelegt B, oder eine Vereinigung Beider. Das eigentliche Bassin wird aus guten Backsteinen aufgeführt, welche usschliesslich in Cement gemauert und auf der Innenseite überdies nit einem guten Cementabputz versehen werden. Die Wände C sind n der Basis nicht unter 1,0 M. stark, und verjüngen sich an der Oberante bis zu 0,5 M.

Der Boden C des Bassins ist entweder eben oder durch einen Erdegel gebildet, der bei der Ausgrabung stehen blieb, mit einer Mauerteinlage und Cement bekleidet wird, und den Zweck hat, die Füllung es Reservoirs mit Wasser zu erleichtern.

In dieses Bassin ragen, einige Centimeter über die Oberfläche des Vassers, durch die Mauer E gestützt, das Ein- und Ausgangsrohr D,

welche das Gas unter die gleich zu beschreibende Haube führen und es sodann in die Stadt gelangen lassen. Sie liegen gleichfalls auf's Sauberste vermauert in den Backsteinwänden des Bassins und haben, da in ihnen sich leicht Wasser resp. Oel und Theer ansammeln kann, eine schwache Neigung nach der Aussenseite des Bassins, woselbst eine Anordnung getroffen ist, vermittelst einer einfachen Handpumpe die angesammelte Flüssigkeit nach oben hin zu entfernen. Der Strom des Gases kann in beiden Rohren durch ein hydraulisches Ventil unterbrochen werden, was in vielen Fällen erforderlich ist. Fig. 190. A ist das Eingangs-, B das Ausgangsrohr der geschlossen gedachten Abschlussvorrichtung. Wenn an der oben angebrachten Kurbel gedreht wird, hebt sich mit der Zahnstange die in Theer oder Wasser eintauchende Glocke des Eingangsrohres A empor und gestattet dem Gase den Zutritt nach B und somit nach dem Ein- und Ausgangsrohr der Behälterglocke. Diese wird in den fertig gemauerten, leeren Reservoir aus ihren einzelnen Theilen zusammengebaut.

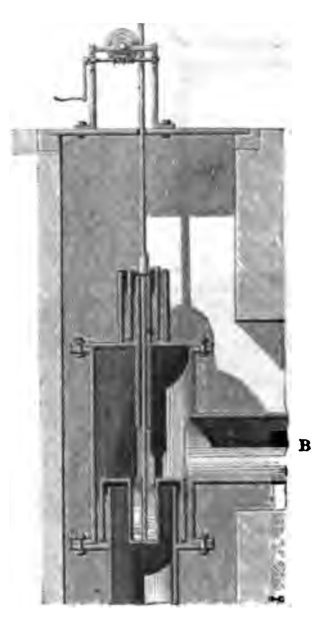


Fig. 190.

Am Boden, in der Regel auf Steinklötzen in geringer Entfernung centrisch angeordnet, liegt ein starker, schmiedeeiserner Kranz F F, Fig. 189, der den Schluss der Haube nach unten zu bildet; an ihn ordnen sich durch Nieten gehalten die Bleche an, deren Stärke so gewählt wird, dass 1 □Meter derselben 15—20 Kilo wiegt. Die unter sich durch Nieten gehaltenen Bleche werden gedicht verbunden, indem zwischen die Nietenflächen ein leinenes Band gelegt wird, welches man zuvor mit Mennigekitt vollständig tränkte. Am oberen Rande der Behälterglocke wiederholt sich der starke Kranz F F, er dient wesentlich zur Herstellung der nöthigen Stabilität des oft mächtigen und doch luftigen Baues. Der obere und untere Kranz wird durch verticale T-Eisen G G in gewissen Abständen verbunden. Die Decke der Haube lässt eine centrische Anordnung der Bleche erkennen. Sie ist in der Regel schwach gewölbt und ruht in vielen Fällen auf einem eisernen Gerüst, welches in dem inneren Behälterraum freisteht und verhindert, dass bei Entleerung der Haube die Wölbung derselben ohne Stütze ist. Zur Führung der Haube in dem Bassin dienen eiserne Rollen H, welche an verticalen Schienen auf- und niedergleiten. Die Führung

am oberen Theil besorgen die Rollen J, welche ihren Stützpunkt an dem oberen starken Kranz finden und also im Verein mit den unteren Rollen die Bewegungen der Glocke möglichst erleichtern. Die Säulen K halten auf ihrer Innenseite die Schienen und schützen die Glocke vor schädlichen Bewegungen durch Windstösse.

Die Form der Behälterglocke ist nicht ohne Einfluss auf den Druck des Gases; da dieser thunlichst zu vermeiden ist, so bindet man sich gern an bewährte Constructionen, die feststellen, dass das günstigste Verhältniss erzielt wird, wenn die Höhe der Glocke gleich der Hälfte des Durchmessers ist. Die Stärke der angewendeten Bleche für die Haube ist natürlich gleichfalls bedingend für den Druck, der sich in den Grenzen von 0,065—0,12 M. Wasserhöhe zu halten pflegt und durch die Formel

$$p = \frac{W}{d^2}\,1{,}2732 - \left(\frac{SH-h}{Hd^2}\,0{,}1655 + 0{,}78\,h\right)$$

ausgedrückt wird, wobei

p die Druckhöhe in Mm. ist
W das Gewicht der Glocke in Kilogramm
d der Durchmesser der Glocke in Meter
S das Gewicht der Glockenseitenwände in Kilogramm
H die ganze Höhe der Glockenseitenwände in Meter
h die Höhe derselben über Wasser in Meter.

Grössere Behälter schützt man in der Neuzeit gern gegen atmosphärische Einflüsse durch Mauern, welche die Höhe der Haube erreichen und durch Dächer geschlossen werden, die aus Eisen so construirt sind, dass ihr Druck vertical auf der Umfassungsmauer ruht und dadurch jeder inneren Stütze entbehren. Das Einfrieren des im Bassin befindlichen Wassers findet bei diesem Arrangement nur in sehr strenger Kälte unbedeutend statt. Fehlt dieser Schutz, so beugt man rationell dem Einfrieren dadurch vor, dass man in nicht zu grosser Entfernung von Gasbehälter einen kleinen eisernen Kessel heizt, dem fortwährend von den oberen Schichten des Wassers im Behälter ein Theil kalt zugeführt wird um erwärmt nach dem Bassin wieder abgeführt zu werden.

Die Grösse des für eine Gasanstalt zu bemessenden Behälterraums hängt von der täglichen Consumtion ab und beträgt mindestens die Hälfte derselben in der längsten Winternacht. Es war bereits erwähnt, dass der Gasingenieur nicht allein das erzeugte Gas sondern auch das consumirte Gas Stunde für Stunde misst. Begreiflicherweise finden in den einzelnen Stunden die bedeutendsten Schwankungen statt; in der Zeit des stärksten Verbrauches können 14% der Gesammtconsumtion eines Tages absorbirt werden; in Fabrikstädten sogar oft 17%.

An einer Stelle der Seitenwände der Glocken findet man daher

Scalen angebracht, welche den räumlichen Inhalt angeben, oder ein an der Glockenoberkante befestigtes Seil läuft nach aussen mit Gegengewicht vor einer Scala auf und nieder, oder endlich, man überträgt die Bewegung der Glocke durch einen Mechanismus auf eine grosse weisse Scheibe, deren Ziffern gleichfalls den räumlichen Inhalt mittelst Zeiger wiedergeben, eine Vorrichtung, die in den Berliner städtischen Werken ausschliesslich angewendet wird.

Murdoch baute zuerst einen Gasbehälter, der 8,56 Cbm. Fassungsraum besass. Mit der Zeit vergrösserte man diesen bedeutend, so dass jetzt der grösste Gasbehälter Berlins 36000 Cbm. Gas fasst, und Liverpool einen solchen für 87500 Cbm. besitzen soll. Sehr viele Behälter des Continents übersteigen selten einen Raum von 8000 Cbm. Solche für 15- bis 30000 Cbm. trifft man jedoch auch und deren Glocken-Construction ist dann in der Regel abweichend von den übrigen, weil man damit tiefe Grundgruben umgeht, die Höhe des Wasserreservoirs an Mauerwerk um die Hälfte vermindern kann und einen geringeren Druck auf das Gas auszuüben im Stande ist. Man nennt sie Telescop-Gasbehälter, siehe Fig. 191. Der obere Theil A der Glocke über dem Wasser verhakt sich mit der unteren Hälfte B rings um ihre unteren,

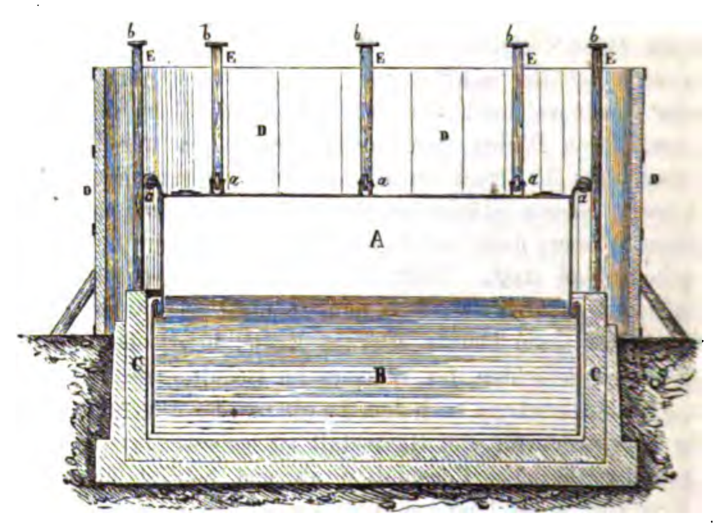


Fig. 191.

zu einer kreisrunden Rinne umgebogenen Ränder und hebt dadurch B in dem Maasse empor, als der Zufluss des Gases die Glocke füllt. Wenn B aus dem Wasser steigt, bleibt die Rinne mit Flüssigkeit gefüllt, so dass das Gas nicht austreten kann, unter der Voraussetzung jedoch, dass die Tiefe von 40 bis 50 Centimeter dieser Rinne grösser ist

als die Höhe der Wassersäule, welche den Druck des Gases auf das Innere des Gasometers repräsentirt. Die durch krumme Stäbe am oberen Theil der Haube befestigten Rollkloben a a rollen auf eisernen Bändern, welche den Pfosten a E angepasst sind.

Derartige, wie auch anders construirte grössere Behälter heben und senken sich mittelst ihrer oben und unten angebrachten Frictionsrollen allein; an kleineren Gasometern findet man häufig auf Säulen, die auf der Bassinwand stehen, Rollen, über welche Ketten laufen, die einerseits an der Oberkante der Behälter, andererseits an Gegengewichten von zu verändernder Schwere befestigt sind, somit eine sichere Führung der Glocke bewirken und durch Auflegen verschieden schwerer Gewichte eine Regulirung des Gasdrucks ermöglichen. Dieses Amt verrichtet jedoch ein Apparat, der sich immer mehr Eingang verschafft, sicherer und bei weitem bequemer. Dies ist der

Regulator, ebenso construirt, wie der, welcher bei der maschinellen Ansaugung des rohen Gases hinter den Scrubbern im Verein mit den Exhaustoren thätig ist.

Während dort jedoch das Gas im Eingangsrohr unter 0,01—0,02 M. Luftleere des Wassermanometers sich befand und mit dem Druck von 0,1—0,2 M. im Ausgangsrohr abging, herrscht hier ein anderes, fast umgekehrtes Verhältniss.

Dem vom Behälter strömenden, für den Consum bestimmten Gase soll ein Theil seines Drucks, der durch den Gasbehälter ausgeübt wird, genommen werden; der Druck hinter dem Regulator ist also ein geringerer. Damit dies durch den in Fig. 186 beschriebenen Apparat geschehen kann, muss man eine variable Belastung der Glocke B in der Hand haben. Zu dem Zweck wird in der Mitte der Glocke eine Kette befestigt, welche über zwei Rollen läuft und am anderen Ende beliebig mit eisernen Gewichten beschwert werden kann. So ist man im Stande, bei geeigneter Schwere der Glocke an sich durch Anhängen oder Abnahme von Gewichten die Glocke B zu heben und zu senken, und damit ein Oeffnen oder Schliessen des Eintrittsrohres D durch den Kegel F zu bewirken; die Geschwindigkeit des Gases durch das mehr oder weniger verengte Eintrittsrohr ist daher eine sehr verschiedene und kann in der Zeit des stärksten Gasverbrauchs 30 Mal so gross sein, als zur Zeit des schwächsten Consums. Die Spannung des Gases im Ausgangsrohr wird in Folge jener Manipulation also wesentlich vermindert und strömt mit dem gewünschten Druck nach der Stadt.

Während gut gebaute Behälter doch immer noch einen Druck von 0,06—0,13 M. ausüben, reducirt der functionirende Regulator das abströmende Gas auf 0,03 M. Druck einer Wassersäule am Tage.

Unter diesem Druck pflegt man allgemein den Effect der verschiedenen Beleuchtungsvorrichtungen am höchsten zu bringen, die Gasanstalt muss also auch dafür Sorge tragen, dass das Gas stets unter diesem Druck sich befinde; dies zu erreichen, dient der Regulator, und am Tage, wo der Gasconsum gering ist, geschieht die Regulirung, wenn einmal eingestellt, selbstthätig. Anders ist dies bei einbrechender Dunkelheit, sowie in der Nacht bis zum wiederanbrechenden Tage. In der Dämmerstunde wächst der Consum an Gas so rapid, dass ein Theil seines Drucks verschwindet, weil Tausende von Hähnen an den Stellen der Consumtion geöffnet werden. Damit nun möglichst obiger Druck von 0,03 M. im ganzen Rohrnetz beibehalten werde, ist man gezwungen, die Glocke B des Regulators zu belasten, also einen Theil der an der Kette hängenden Gegengewichte zu entfernen. Selbige sinkt, es strömt mehr Gas ab und würde allmälig den Druck, den der Gasbehälter ausübt, erreichen, wollte man sämmtliche Gegengewichte entfernen. Man steigt von dem Tagesdruck von 0,03 M. an, nach und nach für grosse Städte zu 0,065 M., was in der Regel zwischen 8 und 10 Uhr Abends erreicht ist und beschränkt von da an selbigen langsam wieder bis der Tagesdruck gegen Tagesanbruch genügt, selbst in den entferntesten Stadttheilen den normalen Druck von 0,03 M. inne-zuhalten.

An den Regulator, als letzten Betriebsapparat der Gasanstalt schliessen sich nun:

Die Leitungsröhren, in die das Gas zum Consum geführt wird. Dieselben fertigt man in Deutschland wohl ausschliesslich von Eisen an und wählt Gusseisen für einen Durchmesser von 0,08—1,2 Meter, während für Leitungen bis 0,08 Meter gern schmiedeeiserne Röhren angewendet werden. Das ganze Rohrsystem einer Stadt zerfällt in die Strassen- und Hausrohrleitungen.

Das Rohrnetz der Strassen beginnt in bedeutendster Dimension unmittelbar an der Gasanstalt und endigt an den entlegensten Strassen entsprechend schwach. Die dazu anzuwendenden gusseisernen Röhren gerathen in vorzüglicher Qualität, wenn sie nicht liegend, sondern stehend gegossen werden. Ehe sie zur Verwendung kommen, prüft man sie auf ihre Dichtheit durch Einlegen der an beiden Enden verschlossenen Röhren in Wasser und Einpumpen von Luft bis zu 2—3 Atmosphären Ueberdruck. Undichte Stellen markiren sich dabei durch aufsteigende Luftblasen. Die erprobten Röhren werden zum Schutz gegen die Einflüsse der sie umgebenden Erde erwärmt und mit heissem Theer angestrichen. Ihre Verbindungsstellen sind durch Muffen hergestellt AA Fig. 192. Die entstehenden Zwischenräume dichtet man

vermittelst Stricken, die in Holztheer gekocht wurden und macht sie vollkommen gasdicht durch Aufgiessen von geschmolzenem Blei. Da dies nur geschehen kann, wenn die Röhren bereits in der Erde auf ihrer Steinunterlage liegen, so bewerkstelligt man dies, indem ein Wulst von plastischem Thon um die Oeffnung der beiden in einander geschobenen Rohre gelegt und das flüssige Blei in ein oberhalb gelassenes Loch eingefüllt wird. Nach dem Erkalten entfernt man den Thonwulst, schneidet das überflüssig angegossene Blei ab, und treibt das sitzenbleibende mittelst geeigneter Stemmeisen und Hammer noch fest in die Fuge hinein. Für kleinere Abzweigungen erkennt man am Hauptrohr die angegossene Muffe B, in welche das Seitenrohr in gleicher Weise eingefügt wird. Für Strassenkreuzungen wendet man sogenannte Kreuzstücke an, welche durch Fig. 193 genügend erläutert sind, für jede andere Richtung gewöhnliche Kniestücke, Fig. 194.

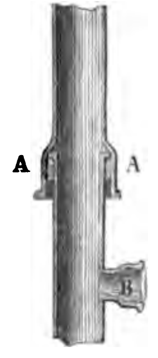
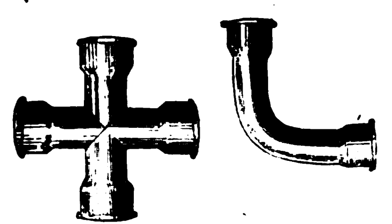


Fig. 192.

Die Strassenrohrleitung pflegt man 1 M. tief in die Erde zu legen, in kalten Gegenden, z. B. in Helsingör jedoch 2 M., um die Conden-


Fig. 193 u. 194.

sation flüssiger, öliger und wässriger Producte nicht allzusehr zu erhöhen. Aus dem Gase scheiden sich auf seinem oft langen Wege — das Rohrnetz Berlins misst gegen 80 geographische Meilen — unvermeidlich flüssige Stoffe aus, denen man Orte zu ihrer Ansammlung anweisst. In gewissen Entfernungen schaltet man hierfür sogenannte Wassertöpfe in die Rohrleitungen ein und gibt den von beiden Seiten mündenden Röhren nach diesen Gefässen hin eine geringe Neigung, so dass von hier aus alle flüssigen Producte zeitweise durch eine im Deckel aufgeschraubte Handpumpe entfernt werden können. Fig. 195. A ist das Rohr, was im Topf B bis fast auf den Boden führt, zur Entleerung dient, und gegen das Strassenpflaster hin durch eine solide Abschlussvorrichtung geschützt liegt. Am aufgeschraubten Deckel C findet man bei gewissen Wassertöpfen ausserdem eine Scheidewand D angegossen, welche sich in Nuthen an beiden Seiten des Gefässes luft-

dicht bewegt und etwas tiefer in dieses hinabragt, als bis zur Unterkante der beiden Gasröhren E F.

Muss für den Fall eines bedeutenden Feuers ein ganzer Stadttheil des Gases beraubt werden, so füllt man in den Topf durch A so viel Wasser,

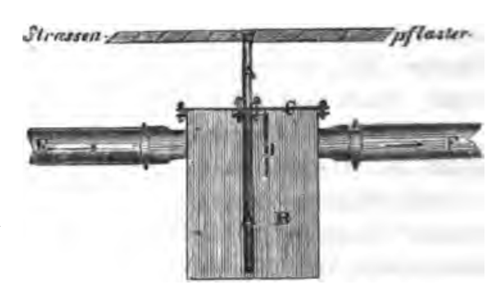


Fig. 195.

dass die Unterkante von D von demselben um 0,06 Meter überragt wird. Diese einfache Absperrvorrichtung hat, da sie sicher und leicht functionirt schon oft viel Nutzen gestiftet.

Eine fertig gestellte Rohrleitung wird vor der Benutzung auf ihre Dichtheit durch Einpressen von Luft geprüft; man hält sie für gasdicht, wenn 0,35 Meter Quecksilber Ueberdruck in einem Manometer constant angezeigt werden. Vermuthet man an einer Stelle der bereits functionirenden Leitung einen Rohrbruch oder sonstige Veranlassung zu starker Gasentweichung, so stösst man in Entfernungen von 1–2 Meter mit einem spitzen Eisenstab ein Loch in den Fussboden bis zur Oberkante des Rohrstranges und erkennt durch Geruch oder durch Anzünden des emporsteigenden Gases die Gegend, in welcher die Gasentweichung am stärksten ist; jetzt erst beginnt man die Rohrleitung dieserorts bloszulegen.

Die Hauptröhren des Rohrnetzes wählt man so gross, dass sie gleich anfangs dem doppelten Quantum Gas von dem, was producirt werden muss, Durchgang gestatten, um die Fabrikation ohne Rücksicht auf die anfangs gelegten Röhren vergrössern zu können. Der Vortheil ist in die Augen springend und erhöht sich wenn man bedenkt, dass relativ weite Röhren geringeren Druck erfordern, also geeignet sind. die unvermeidlichen Gasverluste zu verringern. Die Weite der Röhren richtet sich natürlich mit nach der Flammenzahl, die man dadurch zu speisen gedenkt. Folgendes sind die Dimensionen, die man den Röhren giebt, wenn das Gas bei einem Druck von höchstens 0,08 Meter Wasser in denselben von der Anstalt bis zu den Orten der Consumtion 2000 M. zu durchlaufen hat.

Durchmesser der Röhren.	Kubikmeter in 1 Stunde.	Zahl der Flammen.
0,17 Meter	200	1500
0,20 „	330	2475
0,30 „	640	4800
0,40 „	1093,2	8200
0,50 „	1813,3	13600
0,60 „	2533,3	19000
0,65 „	3333,3	25010

Unter einem Druck von gewöhnlich 10 Millimeter Wasser ist das Volumen Gas, welches die Leitungen passirt, proportional dem Quadrat des Durchmessers dieser Leitungen und steht in umgekehrten Verhältniss mit der Quadratwurzel ihrer Länge. Man fand in Bezug auf das Volumen des geleiteten Gases, auf die Länge und den Durchmesser der Röhren durch Rechnung die folgenden Verhältnisse:

Kubikmeter.	Länge in Metern.	Durchmesser in Centimeter.
76	60	2,53
152	180	3,50
213	304	5,71
304	304	7,75
456	304	8,46
608	304	10,59
608	608	12,97
608	1216	15,51
608	1824	17,71
1824	304	18,46
1824	608	22,98
2452	304	21,19

Es möchte darnach scheinen als könnte man Röhren mit viel kleinerem Durchmesser anwenden; man muss jedoch bedenken, dass zufälligen Verengungen und Verminderung der Gas-Gewichtsmengen für ungleiches Volumen bei Erhöhung der Temperatur Rechnung zu tragen ist. Die Ausflussmenge q aus Röhren wird durch die allgemeine Formel ausgedrückt:

$$q = \mu F \cdot \sqrt{2g \frac{h}{d}},$$

dabei ist

μ = 0,7 (ein constanter Ausflusscoefficient).
F = Querschnitt der Ausflussmündung in Quadratmetern.
g = Beschleunigung der Schwerkraft 9,81 Meter.
h = Druck des Gases (in Wasser gemessen) in Meter.
d = spec. Gew. des ausströmenden Gases.

Die Ermittelung der Ausflussgeschwindigkeit ergibt sich durch

$$\frac{F}{q}.$$

Wenn nun q in einer Stunde ausfliesst, so erhält man die Ausflussgeschwindigkeit pro 1 Secunde durch zweimalige Division des Eductes durch 60. An rechtwinkligen Abzweigungen oder Kreuzungen von Strassen, von wo ab die Leitungen schwächer werden, pflegt man den Querschnitt der Zweigleitungen etwas grösser als den Querschnitt des Hauptstranges zu machen, weil durch vermehrte Reibung in den Zweigrohren andererseits eine schädliche Stauung eintreten würde. Man nimmt an, dass durchschnittlich eine Strassenflamme 140—420 Cubikmeter, eine Privatflamme 40—105 Cubikmeter pro Jahr consumirt.

In einer Stunde verzehrt eine Flamme ungefähr 133—134 Liter Gas also $7^1/_2$ Flamme = 1 Cubikmeter, oder 100 Cubikm. speisen in gleicher Zeit 750 Flammen, und an einem Abend von mittlerer Dauer von 5 Stunden (8 Stunden im Winter, 2 Stunden im Sommer) 150 Flammen.

Von den Haupt- und Strassenleitungen zweigen sich sowohl die Laternenleitungen mit in der Regel 0,02 Meter Querschnitt und die Privatleitungen ab. Die Art und Weise ihrer Abzweigung von dem Strassenrohr richtet sich nach ihrer Weite. Sollen aus solcher Leitung nicht mehr denn 20 Flammen gespeist werden, so genügt ein Rohr von 0,026 M. Durchmesser und in diesem Fall pflegt man in das Strassenrohr ein gleich weites Loch zu bohren, ein Gewinde in die kreisrunde Rohrwand zu schneiden und das mit Gewinde versehene Gasrohr einfach einzuschrauben.

Werden die Hausleitungen stärker projectirt, so schneidet man gewöhnlich ein entsprechend grosses Loch in das Strassenrohr sowie zwei kleine für einzusenkende Schrauben; das abzweigende Rohr endet in ein ovales Flanschet, welches seitlich für die durchzusteckenden Schrauben entsprechende Oeffnungen enthält; man presst es an die Hauptleitung und dichtet es durch eine in Mennigekitt getauchte Pappscheibe; die durch das Flanschet geführten und in das Hauptrohr eingedrehten Schraubenbolzen fixiren es schliesslich an demselben. Das Rohr steigt langsam unter dem Strassenpflaster an und wird, wenn irgend thunlich, in gerader Richtung bis in den Keller des Hauses fortgeführt; alle gesammelten Condensationsproducte rinnen bei diesem Arrangement in das Hauptrohr und feste Ausscheidungen — Naphtalin — werden thunlichst vermieden, wenn das Rohr nicht an der Aussenwand des Gebäudes in die Höhe steigt, wo es den für feste Rohrverstopfungen günstigen Temperaturwechseln ausgesetzt ist.

Bis zu diesem Punkte der Hausleitungen pflegt man thunlichst gusseisernes Rohr für irgend grösseren Consum zu verwenden, vom Keller des Gebäudes findet man die Verzweigungen im Inneren jedoch heutzutage ausschliesslich aus geschweisten, schmiedeeisernen Rohren construirt. Es hat sich unter den Technikern schon seit einer Reihe von Jahren die Ansicht Bahn gebrochen, dass hier Schmiedeeisen am geeignetsten verwandt wird. In früheren Zeiten wählte man Rohre von Kupfer, Messing, Blei und Zinn, die sich nirgends für die Dauer haben erhalten können. In kupfernen und messingenen Leitungen bildet sich mitunter eine Verbindung des im Gase spurweise auftretenden Acetylens mit Kupfer und es hat sich in Folge hiervon schon ereignet, dass beim Zersägen von kupfernem Rohr eine Explosion entstand, von der Zersetzung jenes Körpers durch die vermittelst Reibung erzeugte Wärme an der Wandung herrührend. Bei Bleirohren will man in Paris bemerkt haben, dass sie von Ratten durchnagt wurden, um einen diesen Thieren, durch das gelegte Rohr, versperrten Weg wieder herzustellen. Der bequemen Biegsamkeit von Blei- und Zinn-Leitungen steht die Gefahr des Eindrückens sowie des leichten Schmelzens bei Feuersbrünsten gegenüber.

Kein Material kann aber so billig als Eisen hergestellt werden, und da man versteht, schmiedeeisernes Rohr im Feuer ebenso zu biegen als kupfernes, so ist es nicht Wunder zu nehmen, dass es jetzt ausschliesslich zur Verwendung kommt. Manche Communen haben sogar Verordnungen erlassen, denen zufolge die Bleiröhren wegen der erwähnten Uebelstände verboten sind.

Die Röhren innerhalb der Häuser müssen bei längerer horizontaler Ausdehnung ebenfalls schwache Neigung erhalten, so dass tropfbarflüssige Ansammlungen in denselben an den tiefsten Punkten durch sogenannte Wasserschrauben oder wohl auch kleine Wassersäcke entfernt und unschädlich gemacht werden können. Ist hierfür nicht genügend Sorge getragen, so bricht sich an irgend einer Stelle das Gas durch angesammelte Flüssigkeit stossweise Bahn und ruft dann das allerorts zu beobachtende, höchst lästige Zucken der Flammen hervor.

Als Leitfaden für eine beabsichtigte Schmiederohrleitung bei gegebener Flammenzahl und Länge diene für ihre erforderlichen Dimensionen die folgende, der Praxis entnommene Tabelle:

Flammenzahl für Schmiederohrleitungen.

Rohrdurchmesser.

Länge der Leitung	13mm = 1/2″	16mm = 5/8″	20mm = 3/4″	26mm = 1″	33mm = 1 1/4″	39mm = 1 1/2″	52mm = 2″
Meter							
3,1	10	18	30	65	117	187	393
6,3	7	13	21	46	82	132	278
9,4	6	10	17	37	67	108	226
12,6	5	9	15	32	58	93	196
15,7	4	8	13	29	52	83	176
18,8	4	7	12	26	47	76	160
22,0	4	7	11	24	44	71	146
25,1	3	6	10	23	41	66	139
28,3	3	6	10	21	39	62	131
31,4	3	6	9	20	37	59	124
37,7	3	5	9	19	33	54	113
43,9	2	5	8	17	31	50	105
50,2	2	4	7	16	29	47	98
56,5	2	4	7	15	27	44	92
62,8	2	4	6	14	26	42	88
75,3	2	3	6	13	24	38	80
87,9	2	3	5	12	22	35	74
94,2	2	3	5	12	21	34	71
109,9	2	3	5	11	19	31	66
125,5	1	2	5	10	18	29	62
156,9	1	2	4	9	16	26	56

Die Tabelle bestimmt also die erforderlichen Rohrweiten. Hat man z. B. in einem Hause 88 Flammen mittleren Consums anzubringen und veranschlagt den dazu erforderlichen Weg des Gases auf Fluren und in Wohnräumen zu ca. 62 M., so ist dazu in minimo Rohr von 52 Mm. lichter Weite anzuwenden. Die Privatleitungen werden wie das Strassenrohrnetz vor ihrer Verwendung auf Dichtheit geprüft, dabei jedoch nicht die Anforderungen so hoch wie an diese gestellt. Man pumpt entweder Luft bis zu 0,2 M. Quecksilberhöhe in die Leitung oder füllt sie mit Gas, schliesst sämmtliche Hähne und beobachtet den aufgestellten Gaszähler. Steht derselbe innerhalb einer Stunde absolut still, so fehlt jede grössere Undichtheit. Zur Aufsuchung kleinerer Lücken leuchtet man längs des ganzen Rohrstranges mit einer Flamme; das sich entzündende Gas markirt auf's Schlagendste die zu dichtenden Stellen.

6. Die Gasuhren.

Ehe das Gas bis zur Stelle des Consums gelangt, muss es in trocknen oder nassen Gaszählern gemessen werden.

Die ersteren finden sich zumeist in England gesetzlich in Anwendung; sie basiren darauf, dass zwei Blasebälge von Leder sich durch den Strom des Gases wechselsweise füllen und entleeren; die dadurch hervorgebrachte Bewegung wird auf ein Zählwerk übertragen, das die Menge des hindurchgestrichenen Gases in englischen Kubikfussen angeben soll.

In Deutschland werden wohl fast ausschliesslich sogenannte nasse Gaszähler angewendet, die ihre Bewegung auf ein Uhrwerk übertragen, an dem man Bruchtheile und Multipla von Cubikmetern ablesen kann.

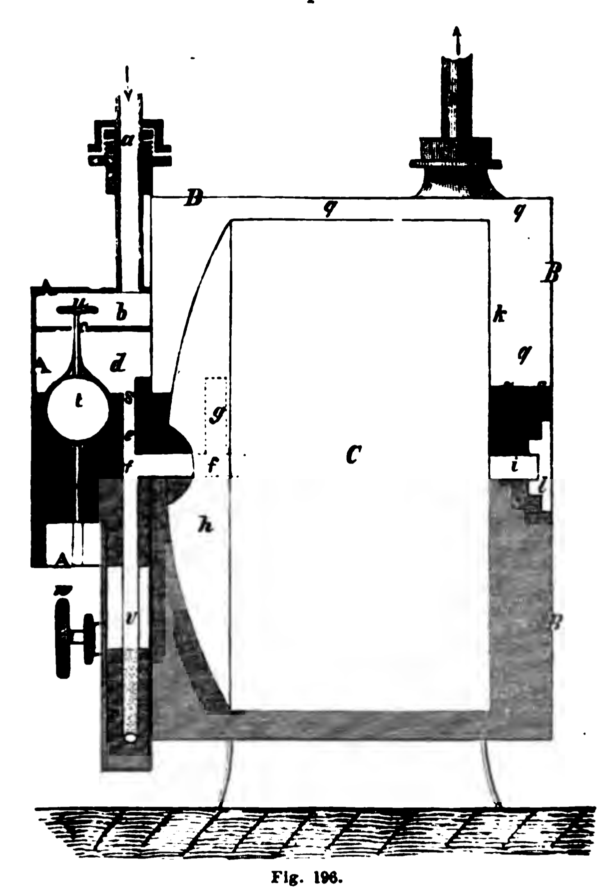


Fig. 196.

Figur 196 zeigt mit Ausnahme des mechanischen Zählwerkes die hauptsächlichsten Theile eines derartigen Apparates. Das Gas gelangt durch

das Rohr a, von der Strasse her in den Vorkasten A, zunächst in den Raum b und von hier durch das entsprechend weite Loch c in den Raum d, der nach unten hin durch Wasser abgeschlossen wird. Von hier strömt es durch den Rohrstutzen e und durchbricht bei f die Vorderwand des grossen cylindrischen Kastens B, um durch g aufsteigend in den vorderen Raum h der Trommel C zu gelangen. Diese ist hinten durch k geschlossen und ruht mit ihrer Achse i in dem Lager l, als auch in einer Verlängerung des Rohrstücks f. Ihr Inneres ist nicht parallel zur Achse sondern schräg von einer Seite der Trommel zur andern in 4 Abtheilungen getheilt, wodurch ein Schaufelwerk von 4 Kammern gebildet wird. Die Rückwand k ist viermal spaltartig geöffnet und bildet dadurch eigentlich die rechtwinklig an den Zwischenwänden sitzenden Flügel m n o p Fig. 197; durch die Spalten entweicht das Gas, indem es durch seinen Druck die Trommel in Bewegung setzt und dadurch Kammertheil für Kammertheil mit dem entsprechenden

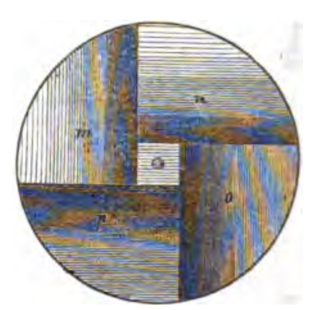


Fig. 197.

Schlitz aus dem Wasser hebt, in den Raum q, von dem es durch r nach den Brennern geführt wird. Die Bewegung der Trommel wird durch eine Verlängerung seiner Achse einer archimedischen Schraube vermittelt, die in dem Kasten A im Wasser liegt; ein horizontales Rad mit verticaler Achse nimmt hier die Bewegung auf und pflanzt sie fort bis zu dem Zählerwerk, das oben auf dem Kasten A arrangirt ist; (in der Zeichnung aber wegblieb).

Durch Temperaturunterschiede des Gases an verschiedenen Orten wird es fast immer disponirt, Wasser aufzunehmen, was bei dem Durchgange durch den Zähler geschieht und dadurch allmälig ein Sinken des normalen Wasserstandes s zur Folge hat. Damit sinkt aber auch die hohle Blechkugel t und mit ihr der durch einen Stift damit verbundene Metallteller u. Dies erreicht sein Ende in dem Moment, wo u sich auf die Zwischenwand von b und d legt, also die kreisförmige Oeffnung c abschliesst. Jetzt wird der Zutritt des Gases völlig verhindert und ein Verlöschen aller Flammen in dem betreffenden Hause

benachrichtigt den Kundigen, dass in den Gaszähler durch ein am Boden des Kastens A mündendes Rohr von oben her Wasser eingefüllt werden muss. Geschieht dies, so steigt der Schwimmer, damit öffnet sich c, und das Gas hat wiederum Zutritt zum Zähler und zur Rohrleitung des Gebäudes. Wenn aber durch das erwähnte Wasserrohr zu viel Wasser aufgefüllt wird, ist Gefahr vorhanden, dass es in das Rohr efg tritt und wiederum den Gang des Gases hindert. Damit dieser Fall, der von aussen nicht zu beobachten ist, überhaupt nicht eintrete, hat man eine Verlängerung des Rohres e nach v angebracht, wo es in einen kleinen Behälter x mündet, der bis zu der Schraube w mit Wasser gefüllt ist. Füllt man zur Regulirung des Zählers Wasser auf, unter gleichzeitiger Offenhaltung der Wasserschraube w, so zeigt das Erscheinen von Wassertropfen daselbst an, dass der richtige Wasserstand erreicht ist und bereits Wasser durch e nach x überfliesst. Die Wasserschraube w ist so hoch vom Boden des Kästchens x angebracht, dass ein Wasserabschluss des Rohres e v von 0,09 Meter bewirkt wird; man erreicht dadurch, dass auf dem Weg evw nie Gas entweichen kann. Es ist leicht einzusehen, dass bei einem Sinken des Wasserstandes in der Gasuhr ein grösseres Gasquantum hindurch passirt, als das Zählerwerk angiebt; der Vortheil liegt also in diesem Fall auf Seite der Consumenten. Da die Gasanstalt also das höchste Interesse an dem richtigen Stande des Wassers in sämmtlichen Zählern einer Stadt hat, so bemüht sie sich auch selbst durch besondere Kräfte, denen häufig auch die Abnahme des Standes am Zählerwerk obliegt, jenen thunlichst auf normaler Höhe zu halten.

Die Gaszähler sind aus verzinntem Eisenblech, die Trommel aus besonderer Composition, welche Antimon, Zinn und Blei enthält, die Rädertheile aus Messing oder Bronze. Man pflegt sie in Kellern aufzustellen, weil dort der Temperaturwechsel ein geringer ist und hilft sich oft da, wo die Aufstellung an einem sehr warmen oder der Winterkälte ausgesetzten Orte nicht zu umgehen ist durch eine Füllung des ganzen Apparats mit wasserhaltigem Glycerin von 18° Baumé; erfahrungsmässig frieren solche Zähler bei minus 10° noch nicht ein, verdunsten wenig Wasser und bedürfen daher einer weit geringern Beaufsichtigung. Die Grösse der Gaszähler ist sehr verschieden. Die kleinsten sind für 3 Flammen à 150 Liter Gasconsum pro Stunde eingerichtet, die grössten registriren die bedeutende Menge von 3000 Cubikmeter in derselben Zeit. Sobald mehr als 300 Flammen aus einem Zähler zu speisen sind, bekommt derselbe schon solche Dimensionen, dass man ihn in seinen Aussentheilen aus Gusseisen herstellt.

7. Die Regulatoren der Consumenten.

Der verschiedenartige Druck des Gases in den Hauptleitungen pflanzt sich je näher der Gasanstalt, auch bis in die Privatleitungen fort; man begreift daher leicht den Nutzen von kleinen Druckregulatoren, welche das Gas innerhalb eines ganzen Gebäudes oder grösseren Fabriketablissements stets auf constanter Druckhöhe zu halten im Stande sind. Nur in solchem Fall kann man während der ganzen Dauer der Beleuchtung für gegebene Brennervorrichtungen den erforderlichen Luftzug sowie die Dimensionen gläserner Cylinder für die noch zu beschreibenden Argandbrenner reguliren, um das Lichtmaximum zu erhalten.

Dieses erreicht man bekanntlich nur dann, wenn die Luft in möglichst geringem Ueberschuss zuströmt, weil nur dann in der Flamme die grösstmöglichste Anzahl weissglühender Kohlentheilchen auftritt. Solche normale Verhältnisse werden aber durch variablen Gasdruck gestört; zündet man an, so empfangen die ersten Brenner das Gas unter einem Druck, der sich sehr schnell auf ein Maximum hebt und man muss durch theilweises Schliessen den Abfluss mässigen.

Ist bereits eine grosse Zahl Brenner angezündet, die viele schnell geöffnete Ausgänge darbieten, so nimmt der Druck ab und die Hähne der mehr oder weniger zahlreich in der ersten halben Stunde entzündeten Brenner müssen mehr geöffnet werden. Das Umgekehrte findet statt, wenn die Bevölkerung einer Stadt beginnt die Beleuchtung einzustellen: Der Druck steigert sich in dem Maasse, als die Ausgänge sich schliessen, die Flammen verlängern sich übermässig und der Gasstrom müsste oft durch theilweises Schliessen des Haupthahnes einer Privatleitung mehrere Male verändert werden. Solche Beobachtungen an diesen Stellen sind natürlich umständlich, oft mit Unkosten verbunden und aller Sorgfalt ungeachtet wechselt die Stärke des Lichtes höchst auffällig. So oft Druckschwankungen eintreten, befinden sich die Flammen einige Zeit nicht mehr unter den Bedingungen einer normalen Verbrennung, weil die Sauerstoffmenge entweder zu bedeutend oder zu gering ist. Bei letzterem Zustand treten halbverbrannte Kohlenwasserstoffe mit Russpartikeln gemischt in die Räume und es entsteht dadurch jener wohl bekannte üble Geruch*. Auch entziehen sich schwefelhaltige Verbindungen der Verbrennung und daher rühren die nachtheiligen Folgen für Gemälde-, Gold- und Silbergegenstände, Möbelstoffe und selbst für die Gesundheit der Menschen. Die erwähnten Uebelstände sind namentlich schwer in grösseren Versammlungssälen, Theatern und sonstigen öffentlichen Räumen, wo die Verschlechterung

* Jener üble Geruch rührt wesentlich von Aetylen her. Engler.

der Tapeten und Decorationen unter diesen Einflüssen sehr bald sichtbar werden.

Man geht ihnen sämmtlich aus dem Wege durch die Einschaltung eines Regulators, dicht hinter dem Gaszähler aufgestellt. Schon lange hat man sich mit der Einführung solcher Apparate für Privatleitungen beschäftigt; aber abgesehen von den Schwierigkeiten, welche die Einführung jedes neuen Gegenstandes, der einen besondern Platz beansprucht, erheischt, ist man auch bezüglich des Kostenpunktes anfänglich auf Hindernisse gestossen, die aber bei dem intelligenten Publikum jetzt als überwunden zu betrachten sind.

Die Glockenregulatoren beruhen, wie schon bekannt, auf der Verwendung einer kleinen Metallhaube, die bei wachsendem Drucke sich hebt und durch ein mit ihr in Verbindung stehendes Kegelventil das Zuflussrohr theilweise oder gänzlich schliesst, während die Glocke bei Abnahme des Druckes sich senkt und dem Gase den erforderlichen Weg öffnet. So ist es leicht, durch Belastung der Glocke, den mehr oder weniger starken Gasdruck für sämmtliche Brenner zu determiniren.

Die Wirkung des in Fig. 198 u. 199 gezeichneten Apparates wird durch ein kreisrundes Ventil C hervorgebracht, welches in der Glocke D hängt. Wenn der Druck des Gases diese Glocke hebt, schiebt sich das Ventil nach oben in eine feste conische Röhre; es verengt alsdann dem Gase schrittweise den Weg und kann ihm denselben sogar fast gänzlich absperren, wie es seine Stellung in der Figur 198 zeigt. Wenn C sich bis nach F senkt, findet das Gas, welches durch die Röhre K in den Doppelboden getreten ist, einen breiten Weg in dem erweiterten Theil der conischen Röhre: es breitet sich mithin leichter in der Glocke D aus und gelangt durch J (J′ in Fig. 199) nach den Brennern. Die Druckvermehrung oder Verminderung erfolgt durch Belastung oder Entlastung von gusseisernen Scheiben, was durch die Oeffnung G erfolgt. Der Apparat ist durch den Kasten E in sich völlig abgeschlossen, so dass

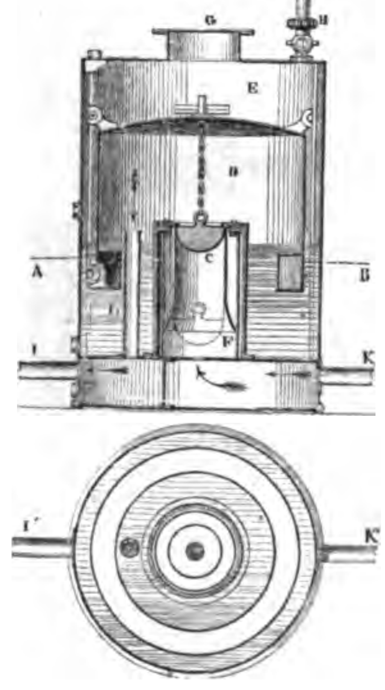


Fig. 198 u. 199.

weder Stoss noch ein anderer hemmender Körper seinen Dienst unterbrechen kann. Die Blechhaube trägt eine Röhre H, die im Freien mündet, aber mit einer kleinen schwachen Metallscheibe lose bedeckt ist. Wenn ein unvorhergesehenes Fallen des Wasserstandes in dem Reservoir oder irgend eine andere Ursache eine Entweichung herbeiführen sollte, kann das Gas sich nicht in dem bewohnten Raum verbreiten, sondern fliesst in's Freie ab. Den Flüssigkeitsstand erhält man in demselben constant, indem zur Füllung Glycerin von 18° B. wie es die Gasuhren erhalten, angewendet wird.

Die Membranregulatoren werden in neuerer Zeit von der Firma S. Elster in Berlin so tadellos geliefert, dass sie erstere an practischer Verwendung da übertreffen, wo für ein mittelgrosses Haus oder eine Etage der Druck constant zu halten ist. Bei A Fig. 200 tritt das Gas ein, bei B aus, der Raum C bildet ein von unten her zugängliches Gasreservoir mit beweglicher Decke, die von einer dichten und sehr

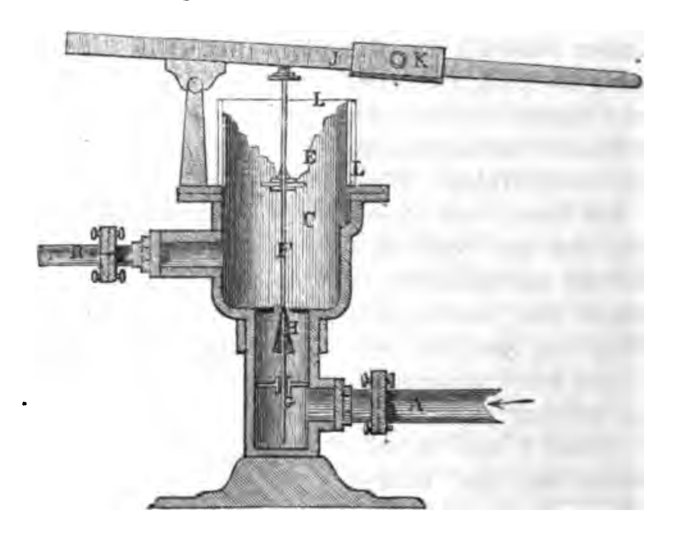


Fig. 200.

fügsamen, lange elastisch bleibenden Membran gebildet wird. In der Mitte derselben ist gasdicht der Stab F befestigt, der durch einen Kegel H die Oeffnung des Zuflussrohres G schliesst und öffnet, je nachdem die Membran gespannt wird. Diese Spannung liegt durch den auf den Stab F drückenden Hebel J in der Hand des Experimentators, in sofern an diesem das mit Stellschraube zu verschiebende Gewicht K in seiner horizontalen Lage verändert wird. Ueber dem empfindlichen Theil des Apparates, die Membran E wird zum Schutz ein Deckel L gestülpt.

Das einströmende Gas wird also durch Regulirung des Gewichtes K gezwungen, in gemässigtem Strom und damit verbunden in geeignetem Druck nach B zu entweichen.

Der Consum der Strassenlaternen wird nicht gemessen, sondern geschätzt. Um dies annähernd thun zu können, hat man über dem gewöhnlichen Hahn, welchen der Laternenanzünder öffnet einen zweiten angebracht, der so gestellt ist und fest stehen bleibt, dass bei einem Druck von 0,03 M. eben nicht mehr als die gesetzliche Menge z. B. n Berlin 196 Liter Gas pro Stunde die Hahnvorrichtung passirt.

Obschon man hierdurch der Wahrheit für das in einem Jahre consumirte Gas einer Strassenlaterne näher kommt, ist nicht wegzuleugnen, dass auch hierbei Ungenauigkeiten desshalb unterlaufen, weil der wahre Druck in jedem Laternenrohr unbekannt ist. Man verwendet desshalb an manchen Orten selbst für Strassenlaternen Membranregulatoren, die so construirt sind, dass sie unterhalb der Flamme arrangirt, dennoch gestatten, dass sämmtliches Licht zur Strasse gelange. Fig. 201. In der Hülse A, in welche von C her das Gas strömt, steckt die Membran BB, welche A in zwei übereinander liegende ungleiche Hälften theilt. Ein zu hoher Druck, d. i. die geringste Gasquantität, welche pro Stunde mehr als 196 Liter beträgt, und nach dem unteren Raume E zu gelangen sucht, veranlasst eine Spannung der Membran und ein Heben des mit ihr verbundenen Stiftes i und des Ventils r; dadurch schliesst resp. verengt sich die Oeffnung bei r und veranlasst so einen constanten Strom des Gases, welches durch den Kanal D zum Brenner gelangt. Der nicht unbedeutende Preis und die Wahrscheinlichkeit einer zeitweisen Controle sind wohl bisher die Veranlassung gewesen, dass diese Regulatoren nicht zu allgemeinster Anwendung gelangt sind.

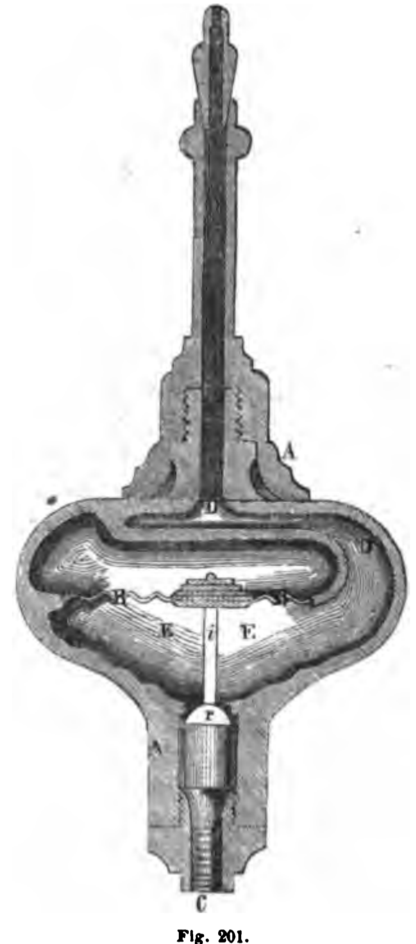


Fig. 201.

8. Die Apparate zur Verwendung des Gases zu Leucht- und Heizzwecken.

Die Verbrennung des Gases zum Zwecke der Beleuchtung von Strassen, Plätzen und bewohnten Räumen geschieht in Brennvorrichtungen, welche die verschiedenartigsten Modificationen im Laufe der Zeit erfahren haben. Die primitivste Art und Weise, Leuchtgas zu verbrennen, ist wohl das Ausströmenlassen aus einer engen cylindrischen Oeffnung, wodurch ein mehr oder weniger langer und dicker cylindrischer Gasstrahl entsteht. Jedermann kennt die dadurch erzeugten Flammen, welche die ungünstigste Art darstellt, das Leuchtgas zur Verbrennung zu bringen, weil im Innern ein Cylinder unverbrannten Gases sich befindet. Es lag nahe, Brenner zu construiren, welche das Gas in einer möglichst dünnen Schicht zur vollständigeren Verbrennung brachten. Dies geschieht in den sogenannten Schnittbrennern oder Fledermausbrennern und den Zweilochbrennern oder Fischschwanzbrennern, dieselben dienen meist zur Strassen- und Flurbeleuchtung.

Die Fledermaus- oder Schnittbrenner (Taf. XLVII, Fig. 2) sind kleine, schwach conische Messingröhrchen a, mit angeschnittenem Gewinde zum Einschrauben in die Gasrohrmündung. Oben geht das Röhrchen in einen sphärischen hohlen Theil b über, der am vortheilhaftesten aus Speckstein angefertigt wird; ein verticaler Schnitt von circa 0,5 Mm. Dicke spaltet diesen „Brennerkopf" in zwei Theile. Aus der dünnen Oeffnung strömt ein dünner Gasstrahl, dessen Form gewisse Aehnlichkeit mit einem doppelten Fledermausflügel haben kann. Die Weite des Schnittes i richtet sich, abgesehen von dem bezweckten Consum, wesentlich nach dem Druck und dem specifischen Gewicht des Gases; relativ schwacher Gasdruck wird für gleiche Gasmengen grössere Brenneröffnungen voraussetzen und bei einem hohen spec. Gewicht des Leuchtgases wird unter denselben Umständen ein verhältnissmässig enger Schnitt des Brennerkopfes genügen. Der Druck des Gases ist in den einzelnen Stadttheilen gar sehr verschieden, während das spec. Gewicht in engen Grenzen zu schwanken pflegt; alle Sorgfalt concentrirt sich daher auf die Regulirung des ersteren, wesshalb die im letzten Kapitel besprochenen Regulatoren unentbehrlich werden; denn ein für einen Brenner zu hoher Druck ruft naturgemäss in dem Gasstrom eine Schnelligkeit hervor, welcher angemessen der Zutritt der Luft sich steigert und eine zu intensive Verbrennung des Leuchtgases bedingt, mit der ein Vermindern der Leuchtkraft Hand in Hand geht. Im Allgemeinen muss für Steinkohlengas gelten, dass die Verbrennung bei einem möglichst schwachen Druck — 1—3 Mm. — und weiten Brennermündungen stattfinde.

Der Zweiloch- oder Fischschwanzbrenner Taf. XLVII, Fig. 3.

Der Vortheil des folgenden wie des soeben beschriebenen Brenners besteht darin, dass das zur Verbrennung kommende Gas einen genügenden Zug besitzt um jedes sonstige Zugglas entbehren zu können; eine ebenfalls conische Eisenröhre a b ist mit einem ziemlich starken Eisenblättchen bedeckt, in welches unter einem Winkel zwei Löcher so gebohrt sind, dass sie sich am oberen Ende des Blättchens treffen; die dadurch erzeugten beiden Gasstrahlen stossen daselbst auf einander und veranlassen ein Plattdrücken der Flamme von der erwähnten Form.

Tafel XLVII, Figur 4 zeigt einen Brenner mit derselben Ausströmungsöffnung, innerlich aber von etwas compendiöser Construction. Bei k und b liegen zwei Siebe, welche den Gasstrom brechen und gleichsam als ein kleiner Regulator wirken. Der Druck wird dadurch unmittelbar vor der Mündung verringert und das Licht der Flamme ist ein sehr schönes; geringe Luftströmungen jedoch sind schon im Stande durch Flackern den bezweckten Vortheil wieder aufzuheben. Sind die Siebe durch einen eingesetzten Einlochbrenner ersetzt, so hat man eine Brennervorrichtung, die unter dem Namen Brönner'sche Brenner in den Handel gelangen.

Eine wesentliche Verbesserung trat in der Construction der Brenner ein, als man auf die Idee kam, den Schnitt des Schnittbrenners rings um den Kopf zu führen und so einen hohlen brennenden Gascylinder zu schaffen, zu dem die Luft sowohl von aussen als auch von innen zugeführt wurde. Diese von Parisot eingeführten ringförmigen Brenner sind Taf. XLVII, Fig. 5 abgebildet. Die beiden oberen Figuren zeigen in einem Aufriss und einem Durchschnitt die Details der Construction. In b findet sich ein conisches Gitter aus Messing zum Zertheilen und Vorwärmen der Luftquantitäten, die durch e aufsteigend dem inneren Gaskegel zur Verbrennung dienen. Das darüberliegende Gitter verrichtet dasselbe mit der äusserlich an den Gasmantel tretenden Luft, welche durch den conischen Mantel f nach der Flamme zu gebogen wird; die Gallerie dient zur Aufnahme und leisen Pressung des in der Regel 52 Mm. weiten und 18—24 Cm. langen Zugglases. Die untere Figur zeigt den Brenner von seinen Sieben und Korb entblösst. Das aus dem Rohr a' kommende Gas theilt sich in die beiden Röhren b' und gelangt in die cylindrische doppelte Röhre c' d' um oberhalb d' zu verbrennen.

So sinnreich der beschriebene Brenner ist, so muss man ihm doch nachsagen, dass seine erzeugte Flamme zu auffällig von der tadellosen Herstellung der Ausströmungsöffnung abhängt. Diese, wenn von Metall gearbeitet, trotz Hitze, Luft, Ammoniak des Gases und sauren Verbrennungsproducten vollständig eben und scharfkantig zu erhalten, ist fast unmöglich, wesshalb man bald seine Zuflucht dazu nahm, den

eigentlichen Brennerring von Porcellan anzufertigen und an Stelle der kreisförmigen Gasausströmungsöffnung einen Kreis kleiner runder Löcher zu setzen. Die so in nur denkbarster Allgemeinheit heute verwandten Brenner nennt man

ARGAND'sche Brenner Tafel XLVII, Fig. 1, 6 u. 7. Ihr Consum ist stets bedeutender als der von Schnittbrennern und beträgt selten unter 150 Liter Gas pro Stunde. Sie dienen recht eigentlich zur Privatbeleuchtung und werden mit einem Kranz von 15—42 kleinen Löchern angefertigt. Ihr Licht ist ein tadelloses, ruhiges; sie allein sind bei rationeller Construction geeignet den höchsten Lichteffect beim Verbrennen des Leuchtgases zur Geltung zu bringen. Neuesten Datums empfiehlt man eine Modification des Argandbrenners noch vor diesem:

Der SUGG'sche Brenner Fig. 202 ist im Wesen ein Argandbrenner. Der Querschnitt der Gasausströmungsöffnungen f jedoch ist

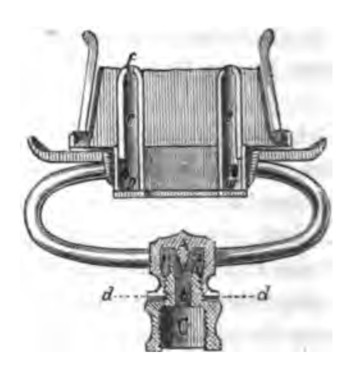


Fig. 202.

in Summa viel grösser als der Querschnitt der am Boden des Brennerkranzes e bei g vorhandenen Eintrittsöffnungen. Die einzelnen Oeffnungen f sind also sehr viel weiter als im Argandbrenner und lassen desshalb den Druck dicht vor dem Brenner gleich Null erscheinen: er beträgt noch nicht $^1/_{10}$ Mm. Wasserdruck, in Folge dessen das Licht zu einer wahrhaft glanzvollen Entwicklung kommt. Bei gleichem Consum übertrifft sein Licht das der in England vorgeschriebenen Argandbrenner um die Helligkeit zweier Wallrathkerzen. Aehnlich den BRÖNNER'schen Brennern findet man hier an der Eintrittsöffnung zum Brenner einen Mechanismus, der diese je nach der Gasart und dem Druck der Leitung regulirt. In dem Rohr A erkennt man einen nach unten gerichteten Kegel, der in den bei b verengten Theil des Rohres C ragt und den Querschnitt daselbst gross und klein durch bei d zwischengelegte Papierscheiben stellt. Weil der Druck in diesen Brennern fast

ehlt, ist die Flamme eine sehr ruhige und ein Zugglas von 15 Cm. genügt schon zur Herstellung der cylindrischen Flamme.

In dem Maasse als die Verbesserung der Beleuchtungsvorrichtungen lie rationelle Verbrennung des Kohlengases zur Beleuchtung ermögicht, wird auch die Verallgemeinerung der Gasbeleuchtung fortschreiten. Es ist bekannt, dass zuerst Strassen und Plätze mit Gas erleuchtet vurden; in die Häuser drang die Erkenntniss von der Vorzüglichkeit ler Gasbeleuchtung nicht so schnell, ja heutzutage hat an vielen kleineren Orten der Gasingenieur manche Schwierigkeiten mit ihrer Einührung. Das grosse Publikum hat mannigfache, wirklich nicht begründete Vorurtheile, deren Beseitigung wohl nur der Zeit überlassen werden kann. Grundlos ist es ein Schädlichsein für die Augen vorschützen zu wollen, da man es ja ganz in der Hand hat, die Helligkeit nach Wunsch zu reguliren. Es ist allerdings nicht zu leugnen, dass man sich mit gewisser Vorliebe in der Beleuchtung der Wohnräume verwöhnt und da 20, 30 Kerzen anzündet, wo in früheren Zeiten 8—12 genügten, sich ebensowohl zu fühlen. Dass damit die Erhöhung der Zimmertemperatur zusammenhängen muss, ist ja ganz natürlich; Lampen und Kerzen entwickeln jedoch in solchem Fall eine Hitze, welche diejenige, von einer gleich hellen Gasquelle herrührend, noch übertrifft. Es kann ja im einen wie andern Fall nur Kohlensäure und Wasser gebildet werden, und für gleiche Helligkeit comsumiren alle bekannten Leuchtmaterialien mehr Sauerstoff als das Leuchtgas. Dies darzuthun verbrannte man verschiedene Flammen von gleicher Leuchtkraft in ein und demselben Raum atmosphärischer Luft, und beobachtete die Zeiten, in denen sie erloschen:

Rüböl	erlosch	in	71	Minuten.
Baumöl	„	„	72	„
Russischer Talg	„	„	75	„
Wallrath	„	„	76	„
Stearinsäure	„	„	77	„
Wachslicht	„	„	79	„
Wallrathlicht	„	„	83	„
Leuchtgas von 13 Kerzenst.	„	„	98	„

Nicht minder ist die Explosionsgefahr das Gespenst gewesen, vor dem sich der Laie abschrecken liess. Wenn man bedenkt, dass Gasgemische nur im Verhältniss von 5 Luft: 1 Gas explodiren und dass der Geruch etwa ausgeströmten Gases der sichere Rathgeber für jeden Gebildeten ist, kein Licht in solchen, nach Gas riechenden Räumen anzuzünden, so nimmt es Wunder, solche Einwände gegen projectirte Gasanlagen noch zu hören.

Die umfassendsten Versuche endlich sind angestellt worden, den Einfluss der schwefelhaltigen Verbrennungsproducte auf gefärbte Seidenwaaren zu ermitteln. Ein schädlicher Einfluss ist aber laut erschöpfender Erklärungen grosser Färberei- und Spinnerei-Besitzer bis jetzt nicht wahrgenommen worden, wenn durch empfindliche Regulatoren dafür gesorgt wurde, dass der Druck ein constanter blieb, mithin auch die Verbrennung. Wenn man von dem Preis des Gases sagen hört, dass er bedeutend sei, so liegt das wohl mehr in der monatlichen Berechnung des consumirten Quantums. Gerade über diesen Punkt liegen von zuverlässigen Experimentatoren die umfassendsten Belege vor, welche übereinstimmend die grosse Billigkeit der Steinkohlengasbeleuchtung constatiren. Hier folgt das Resultat vieler Messungen und Kostenberechnungen.

	Consum pro Stunde in Grm. und Cbm.	Diese kosten per Stunde Pfennige	Sie geben dabei eine Lichtstärke in Kerzen	Demnach kostet das Licht einer Kerze per Stunde in Pfennigen
Stuttgarter Normalwachskerze .	7,75 Grm.	4,44	1,0	4,44
Stearinkerze (8 auf's Kilo) . .	9,5 „	2,31	0,9	2,55
„ (10 „ „ . .	9,95 „	2,43	1,0	2,43
Paraffinkerze	7,2 „	4,71	1,1	4,26
Amerikanisches Erdöl	15,1 „	1,83	3,2	0,57
Photogen	14,3 „	2,04	3,0	0,69
Schieferöl	14,5 „	1,74	3,0	0,57
Rüböl	19,9 „	2,28	2,8	0,81
Leuchtgas bei 21mm Druck . .	127,35 Ltr.	4,86	6,0	0,81
„ „ 8mm . „ . .	127,35 „	4,86	10,0	0,48

Diese Billigkeit des Steinkohlengases gegenüber anderen Leuchtmaterialien hat in unserer Zeit dazu geführt, sich seiner da, wo die bequeme Handhabung Erforderniss ist, zum Heizen zu bedienen.

Abstract beträgt allerdings der Preis für die gleiche Menge Wärme, welche, mittlere Preise angenommen, das Steinkohlengas bei seiner Verbrennung erzeugt, das Vierfache als bei Steinkohlen, das Dreifache als bei Holz, das Anderthalbfache als bei Holzkohle; berücksichtigt man jedoch die Wärme-Verluste, welche bei den erwähnten Körpern durch Anzünden, Erwärmung der Oefen, Röhren und Rauchfängen, sowie Auslöschen des Feuers eintreten, so findet sich, dass in vielen Fällen, wo es sich namentlich darum handelt, sehr veränderliche Wärmemengen schnell entwickeln und unterdrücken zu können, die Heizung mit Gas

am vortheilhaftesten und namentlich am bequemsten ist. Zuerst bemächtigte sich begreiflicher Weise der Chemiker der Heizung mit Gas. Der Anwendung desselben in den Laboratorien verdankt die Chemie mit ihren heutigen Standpunkt, weil Operationen durch Gas ermöglicht werden, welche bei Spiritus- oder Oel-Anwendung wohl kaum gelingen möchten.

Durch die in den Laboratorien erzogenen Practiker gelangte die Verwendung des Gases in die Industrie. Die dort meist modificirt anzuwendenden Heiz- und Kochgefässe sind dann durch intelligente Ingenieure des Gasfaches den mannigfachsten Künsten und Gewerben dienstbar gemacht worden. Die Folge wird lehren wie man heute durch besondere Apparate Zimmer, Säle und Kirchen mit Gas heizt und wie dieses bereits in die Küchen der Hausfrauen eingedrungen ist.

Gasheiz- und Kochapparate ohne Luftmischung. Wenn Leuchtgas durch feine cylindrische Oeffnungen so aufströmt, dass die entstandenen Flämmchen 1 Cm. Länge nicht übersteigen, gelangt allseitig so viel Luft zu dem in der Zeiteinheit geringfügigen Gasquantum, dass ein Russen der Flämmchen nicht bemerkbar ist, sondern unter Umständen ein völliges Blaubrennen eintritt.

Auf dieser Beobachtung basirt eine besondere Categorie von Heiz- und Kochapparaten, die in Laboratorien und Küchen zum Erhitzen von Gegenständen und bewohnten Räumen zu deren Erwärmung dienen. Tafel XLVII, Fig. 8 u. 9 sind Oefen zur Erwärmung von Zimmern abgebildet. Bei a Fig. 8 strömt das Gas ein, vertheilt sich durch die Rohre b c d e und strömt an der vorderen Seite aus denselben durch kleine eingebohrte Löcher. Die kleinen, fast blauen Flämmchen sind von Asbestbüscheln d′ e′ f′ g′ umgeben, die in's Glühen gerathen und so zur Erwärmung durch Strahlung mit beitragen. Zu beiden Seiten des decorativen Ofens finden sich an verticalen Stäben m n drehbar durchlöcherte Platten C, welche, über die Flammen gestellt, Gefässe aufzunehmen bestimmt sind, die gleichzeitig erwärmt werden sollen. In Figur 9 trägt ein dreieckiges Thongefäss f g h einen hohlen Körper b c d aus gebranntem Thon, in dessen Höhlung von a her das Gas circulirt. Aus feinen Oeffnungen e e strömt das Gas aus und versetzt auch hier, entzündet, kleine Asbestbüschel in's Glühen. Die Oberfläche dieses Gefässes ahmt liegende Holzscheite nach. Durch f strömt von unten her Luft und entweicht erwärmt durch g.

Taf. XLIX, Fig. 1—5 stellt einen Stubenofen für Gasfeuerung dar. Das bei a eintretende Gas brennt in kleinen Flämmchen aus dem Eisenkranz b′ in Fig. 2. Die verbrannten Gase erwärmen einen in Canäle getheilten Thoneinsatz, Fig. 4, strömen von unten nach oben durch

b'b'b''b'' und entweichen bei E' angelangt durch E in's Schornsteinrohr. Die zur Verbrennung erforderliche Luft strömt durch zwei seitlich unten angebrachte Löcher b Fig. 1 zu. Die zu erwärmende Luft tritt durch die Löcher bei D ein, zwischen den concentrischen Mänteln in DD' empor, gelangt durch eine (in der Zeichnung weggelassene) Oeffnung nach einem im Innern des Thoneinsatzes Fig. 4 angebrachten 6theiligen Canal h, erwärmt sich in diesem und strömt durch den durchlöcherten Ofendeckel C in's Zimmer.

Aus einem ebenfalls kreisrund gebogenen, durch eiserne Lappen b gehaltenen und mit nach oben gerichteten kleinen Löchern versehenen Gasrohr a strömt bei dem Bratheerd für Küchen, Tafel L, Fig. 5 u. 6. das Gas in kleinen, möglichst rauchfreien Flämmchen aus und erwärmt den Blechcylinder d d. Auf dem kleineren oberen Ansatz desselben liegt ein Gitterwerk c, welches das zu bratende Fleisch aufnimmt.

Dasselbe nach oben hin heiss zu erhalten dient der Mantel HH Fig. 6; eine Thür bei J gestattet eine Beobachtung der Manipulation eventuell ein Wenden des Bratobjectes. Die wässrigen und fettigen Flüssigkeiten, welche abtropfen, fallen, ohne die Gasrohre berühren zu können, durch d in einen untergestellten Trichter fe, aus dessen centrischer Oeffnung sie zu weiterer Verwendung aufgefangen werden: zwischen letzterem und dem Cylinder d befindet sich ein kreisrunder Spalt, welcher der Luft den Zutritt zum brennenden Gase gestattet.

Gasheiz- und Kochapparate mit Luftmischung. Es ist bekannt, dass 45—50 Volum pCt. Luft dem Leuchtgase beigemischt die Leuchtkraft auf Null herabdrücken, seine Heizkraft aber bedeutend steigern, weil die Wärmemenge der Flamme in diesem Fall in den Verbrennungsproducten auftritt, während eine leuchtende Flamme Verluste an strahlender Wärme bedingt. Die blaue Flamme des mit Luft gemischten Gases setzt absolut keinen Russ ab wenn kalte Gegenstände in sie hineingehalten werden und wird in Folge dessen in noch erhöhtem Maasse in der Küche als ganz besonders in den Gewerben, der Fabrik und dem Laboratorium des Chemikers gegenüber den bisher beschriebenen Apparaten ohne Luftmischung angewendet.

Die Vermischung der Luft bei Apparaten dieser Art ist selbstthätig und erfolgt nach zwei etwas abweichenden Methoden. R. Bunsen war wohl der erste, welcher Gasluftgemische bei der Heizung im Laboratorium zur Verwendung brachte. Bei den auf seine Weise construirten Apparaten mischt sich die Luft mit dem in einen dreigespaltenen Strahl ausströmendem Gase in einem ca. 1 Cm. weiten, sowie 0,1 M. langen Blechrohr und brennt an dessen Mündung bei richtigem Mischungsverhältniss rein blau. Hat der innere Kegel der blauen

Flamme eine leuchtende Spitze, so tritt zu wenig Luft zu und die Hitze der Flamme ist geringer als im normalen Zustand, veranlasst die Flamme ein merkbares Geräusch, verbunden mit Flattern des inneren, dann grünlich erscheinenden Kegels der Flamme, so ist ein Ueberschuss an Luft die Ursache einer schädlichen Abkühlung.

Einen BUNSEN'schen Brenner zum Heizen und Kochen, namentlich für chemische Zwecke zeigt auf Taf. XLVIII Fig. 1. Das durch a bei b — das Detail siehe Fig. 8 — durch einen dreigespaltenen Schlitz ⅄ strömende Gas mischt sich in dem weiteren Rohre mit der durch seitliche Löcher b Fig. 8 einströmenden Luft so innig, dass oben bei e Fig. 1 die rein blaue Heizflamme erscheint. Der obere Theil des senkrechten Rohres hat ein Schraubengewinde, an dem sich eine Mutter, die 3—5 strahlenförmige Ansätze zeigt, auf- und abbewegen lässt. Letztere nehmen einen Blechschornstein a b Fig. 2 auf, der die Flamme vor zufälligen Seitenzug schützt, ihr selbst aber noch mehr Zug verleiht. Eine Combination 7 solcher Brenner erkennt man in Figur 5 und 6, welche entweder eine grosse Fläche zu heizen bestimmt ist, Fig. 5, oder eine grosse Menge Hitze durch einen Schornstein d e auf einen verhältnissmässig kleinen Gegenstand — einen Tiegel f — gelangen lassen soll. Die bedeutende Firma WARMBRUNN QUILITZ und Comp. in Berlin liefert einen nach Prof. FINKENER construirten Brenner mit regulirbarem Luftzutritt und Gashahn, der sich vorzüglich bewährt hat. Fig. 203, a ist Fuss- und Hahnstück, b Hahnküken, c das Mischrohr, dem oben die blaue Flamme entströmt. Sitzt b in a wie die Zeichnung zeigt, so strömt Gas von e durch die Bohrung des Kükens bei f, mischt sich an der Spitze von f mit der durch g g′ in den hohlen Raum i i einströmenden Luft und steigt nach oben. Wird jedoch das Küken an dem hervortretenden Rand d d gedreht, so schliesst sich f gegen e ganz oder theilweise; damit aber auch g′ gegen g verhältnissmässig, so dass bewegte Zimmerluft ein „Herunterschlagen" der Flamme noch nicht herbeiführt, wenn diese kaum 5 Mm. hoch ist.

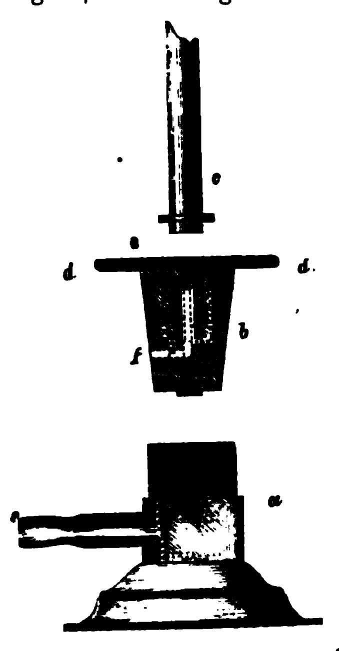


Fig. 203.

Zur allmäligen Verdampfung ohne eigentliches Kochen bei chemischen

Arbeiten deckt man, wie Fig. 12, Taf. XLVIII zeigt die Mündung des Brennerrohres zu und bohrt nur seitlich mehrere Löcher ein, an denen dann entsprechend viel kleine blaue Flämmchen erscheinen, welche die Hitze nicht an einer Stelle sondern über eine Fläche vertheilt ausstrahlen.

Neuestens construirt man diese Modificationen des Bunsenbrenners so, dass sie beiden Zwecken dient. Ueber das offene Rohr stülpt man eine Blechbrause, aus deren vielen Löchern die Flämmchen hervorbrechen. In der Richtung der Rohrverlängerung befindet sich im obersten Theil der Brause ein dem Rohr entsprechend weites Loch, was durch eine kleine Klappe mit Knopf für den Fall geschlossen ist, dass verdampft werden soll; will man die blaue hohe Flamme erzeugen, so schiebt man die Klappe nur bei Seite; die einzelnen Flämmchen erlöschen sofort und die kräftige Heizflamme bricht aus dem geöffneten Loche hervor.

Zur langsamen Verdampfung in grösseren Gefässen wendet man einen grossen Bunsenbrenner an, a b c d Figur 1—4 auf Tafel L. der in 2 oder 3 kreisförmige horizontale Röhren g f e endet, die viele kleine Löcher enthalten, aus denen das Gas strömt; die ganze Brennervorrichtung wird durch einen Metalldreifuss unverrückt gehalten und ist von einem Blechmantel H J zur Zusammenhaltung der Wärme umgeben, auf dessen verengten Theil J das zu erhitzende Gefäss gesetzt wird.

Das Gebläse, Fig. 6 und 7 auf Tafel XLIX erzeugt einen Gasstrahl von bedeutender Dicke und Hitze, der ziemlich kurz vor seiner Entzündung durch einen Blasebalg, also nicht selbstthätig, wie bei Bunsen, mit Luft gemischt wird; die Luft tritt durch ein Rohr von ca. 1—2 Mm. Oeffnung in die Mitte des Gases und bewirkt eine sehr vollkommene Verbrennung sowie bedeutende Hitze, welche gestattet, Gasröhren von starker Wandung und 40—50 Mm. Durchmesser zur Erweichung zu bringen. Constructionsänderungen des Gebläses erkennt man in den Figuren 9—11 auf Tafel L sowie ein Gaslöthrohr in Fig. 13 abgebildet. Elsner in Berlin construirte zuerst Kochapparate mit Luftmischung, bei denen diese in anderer Weise herbeigeführt wird, als bei Bunsen. Figur 204 zeigt solch einen namentlich in der Pharmacopoe beliebten Digerir- und Kochapparat; das bei a einströmende Gas gelangt in einen unten offenen, nach oben durch ein feines Drahtsieb geschlossenen, abgestumpften hohlen Blechkegel b, in welchem die Gasmischung mit Luft erfolgt. Eine Flamme über das Drahtsieb gehalten, erzeugt eine breite reinblaue Gasflamme, welche in der Breite der Mündung auftritt und die Gefässe schnell in's Kochen bringt, welche

urch hakenförmige Eisen in einiger Entfernung aufgestellt werden. ie Flamme beginnt dicht über dem Drahtnetz, hat hier aber eine so eringe Hitze, dass ein mit der Phosphormischung in's Centrum ge- gtes Zündholz sich erst nach längerer Zeit entzündet und pflanzt sich icht unter die Gaze fort; es ist ersichtlich, man hat hier die Eigen-



Fig. 204.

hümlichkeit des Drahtnetzes benutzt, entzündbare Gasgemische der- naassen abzukühlen, dass die Entzündung sich nicht hinter jenes fort- upflanzen vermag, eine Verwerthung der schätzbaren Beobachtung on DAVY, worauf dieser bedeutende Forscher seine bekannte Sicher- eitslampe gründete.

Einen ähnlichen Apparat mit Stativ und Glühringen zeigt Fig. 7 af. XLVIII, wo durch ab das Gas in den hohlen Blechcylinder c c g′ tritt. ie Luft gelangt entweder von unten frei zu oder wird überdies seitlich urch d i eingeblasen; das Gasgemisch wird über dem Drahtsieb c c ntzündet. Ebenso kann über den Schornstein a des Bunsenbrenners ig. 1, 3 und 4 ein Drahtnetz b gespannt und so die Flamme zum rhitzen breiter Gefässe verwandt werden.

Die Gaskraftmaschine. Seit der Pariser Weltausstellung im . 1867 hat sich in Deutschland eine Maschine für manche industrielle wecke nützlich erwiesen, bei der der Motor ein entzündetes Gemisch on Luft und Leuchtgas ist.

OTTO & LANGEN in Cöln, ferner KINDER und KINSEY, auch LENOIR aben derartige Maschinen construirt, welche der Hauptsache nach arauf basiren, dass ein Gemisch von Gas und Luft in einen Cylinder ntritt und durch einen rechtzeitig geöffneten Schieber vermittelst einer einen Einlochgasflamme entzündet wird. Die durch die Explosion edingte Pression treibt in dem Cylinder einen Kolben in die Höhe, essen gezahnte Kolbenstange durch die darauf folgende Abkühlung der erbrannten Gase mit dem Kolben niedergehend in ein Rad greift, elches die mechanische Kraftübertragung an ein Schwung- resp. Be-

triebsrad übermittelt. Die Maschine besitzt ½—1½ Pferdekraft und braucht 0,5—1 Cbm. Gas pro Stunde, ist daher ein sehr billiger Bewegungsmechanismus, da er jeden Augenblick ohne Brennmaterialverlust in und ausser Betrieb gesetzt werden kann. —

Der Preis des Gases ist verschieden; allgemein kann angenommen werden, dass, je grösser der Consum einer Stadt ist, desto geringer das Gas im Preis geliefert werden kann und dass daher industrielle Städte meistens billige Gaspreise haben wie folgende Zusammenstellung zeigt. Der Cubikmeter Gas kostet an Reichspfennigen: 25 in Bremen und Braunschweig, 24,5 in Augsburg, 24,2 in München, 24 in Danzig, 23,5 in Altona, 23 in Bromberg, Nürnberg, Hamburg, 22,9 in Mainz, 22 in Köln, Kassel, Leipzig, Wien, 19 in Stettin, 18,5 in Hannover und 15,5 in Berlin.

9. Photometrie.

Im Fall man mit Gas heizt, beurtheilt man seinen Werth nach der erzeugten Hitze; wenn man mit Gas beleuchtet, so beurtheilt man seinen Werth neben manchen andern Erfordernissen nach seiner Leuchtkraft, die von der Lichtgrösse wie auch von dem Lichtverbrauch in einer gegebenen Zeit abhängig ist. Die Leuchtkraft steht daher im geraden Verhältniss zur Lichtstärke und im umgekehrten zur verbrauchten Menge und wird allgemein bezüglich ihrer Intensität durch die Photometer beurtheilt und festgestellt.

Diese physikalischen Instrumente basiren in ihrer Construction auf den Satz, dass die Lichtintensitäten sich umgekehrt wie die Quadrate der Entfernung von der Lichtquelle verhalten. Von den vielen Photometern hat der Verein der Gasfachmänner für Deutschland in seiner 12. Jahresversammlung zu Würzburg im Mai des Jahres 1872 endgültig das Bunsen'sche Instrument acceptirt.

Das Bunsen'sche Photometer beruht auf der Erscheinung, dass bei Beleuchtung eines mit einem Fettfleck versehenen Papierschirms von beiden Seiten, dieser Fettfleck für das Auge verschwindet,* wenn die Beleuchtung von beiden Seiten eine gleich starke ist. Stellt man demnach den Papierschirm in einer bestimmten Entfernung von einer auf ihre Lichtstärke zu untersuchenden Gasflamme auf, so wird man andererseits eine Kerze, die Normalkerze, damit der Fettfleck verschwindet, um so näher an den Schirm rücken müssen, je stärker das Licht der zu untersuchenden Flamme ist. Und da sich die Lichtintensitäten umgekehrt verhalten wie die Quadrate der Entfernungen von den Lichtquellen, lässt sich mittelst dieses Photometers die Licht-

* Bei manchen Papiersorten deshalb nicht vollständig, weil neben theilweiser Reflexion und Hindurchfallen des Lichtes auch ein Theil desselben absorbirt wird.

stärke einer Flamme im Verhältniss zur Normalkerze leicht berechnen. Beträgt z. B. die Entfernung der Normalkerze vom Schirm 2, die der Gasflamme 6, so hat die letztere eine Lichtstärke von 3 im Quadrat, also von 9 Normalkerzen. Bei BUNSEN's Photometer steht entweder die eine oder stehen beide Lichtquellen fest und befindet sich zwischen beiden der auf einer oder auf zwei Schienen bewegliche Papierschirm, so dass er der einen oder anderen Lichtquelle beliebig genähert werden kann. Die Schiene ist mit einer Theilung versehen, so dass die Entfernungen direct abgelesen werden können. Von der oben genannten Würzburger Versammlung wurden die folgenden Normativbestimmungen für den Gebrauch des beschriebenen Photometers angenommen. Diejenige Modification des Photometers ist die beste, bei der die Normalkerzenflamme wie die Gasflamme feststeht, und der theilweise transparente Schirm sich auf einer getheilten Stange bewegt. Die Gasflamme muss die günstigste Form repräsentiren, unter der ein Gas das Maximum seiner Leuchtkraft producirt. Die Normalkerze ist eine Paraffinkerze von 55° Schmelzpunkt und 20 Mm. Durchmesser, wovon 6 Stück = 500 Grm. wiegen, deren Darstellung von einer Kerzencommission bewacht wird und die durch den Vereinsvorstand bezogen werden kann.

Der bewegliche Photometerschirm wird von schwachgeleimtem, mattem Büttenpapier hergestellt; man gestattet sowohl directe als Spiegelbeobachtung desselben. Im letzten Falle ist eine horizontale Streifung des theilweise gefetteten Papieres vorzuziehen und den Spiegel im Winkel von 45 Grad zum Papier aufzustellen. Die Flammenhöhe der Kerzen beträgt 50 Mm. Der Consum der Gasflamme ist per Stunde 150 Liter, die Versuche werden in einem schwarzen Zimmer bei vollkommenem Abschluss fremden Lichtes ausgeführt. Mit dem BUNSEN'schen Photometer concurrirt in der Neuzeit das ELSTER'sche Photometer mit dem FOUCAULT'schen Schirm, das nach den oben erwähnten Bestimmungen ebenfalls anwendbar ist. Das Wesentliche dieses Instrumentes besteht darin, dass die Beobachtung an einem Schirm — bestehend aus zwei grünen Glasplatten, zwischen denen eine dünne Schicht Stärkemehl gleichförmig aufgetragen ist — vorgenommen wird, der, vertical getheilt, an je einem Theile von der Kerzenflamme und der Gasflamme beleuchtet ist und durch seine Grösse eine gleichzeitige Beobachtung durch mehrere Personen gestattet. Beide Flammen stehen fest und nur der Schirm wird verschoben, wodurch die Sicherheit der Messung sich erhöht. Selbstverständlich ist auch hierbei, da die Lichtintensitäten sich umgekehrt wie die Quadrate der Entfernungen von der Lichtquelle verhalten, die Entfernung der beiden fixirten Flammen

von dem verschiebbaren Schirm eine verschiedene, woher der Name Differentialphotometer. Als Material der Normalkerze wird Paraffin vorgezogen und neben der Flammenhöhe für selbige ihr Consum in der Zeit des normalen Brenners durch eine Areometerwaage, auf welcher sie steht, pro Minute resp. Secunde festgestellt. Zur völligen Constanz der Gasflamme dient ein empfindlicher Membranregulator und ein Brenner, der das Gas nur mit 2—3 Mm. Druck ausströmen lässt. Zur Herstellung eines der Kerze gleichartigen Farbentones für die Erscheinung der Flamme auf dem grünen Schirm, wird der Luftzug für den Brenner durch einen beweglichen Korb regulirt.

Auf den Satz, dass sich die Leuchtkraft verschiedener Gase umgekehrt als der Druck verhält, der erforderlich ist, um bei gleicher Ausströmungsöffnung mit diesen Gasen Flammen von gleicher Höhe zu erzielen, gründet Sugg sein Jetphotometer, dem S. Elster durch Hinzufügung seines ausgezeichnet empfindlichen Druckmessers grosse Vollkommenheit gegeben hat.

Die Normalflamme ist hier 180 Mm. hoch und brennt aus einem Einlochbrenner. Das Instrument registrirt nicht das Maximum der Leuchtkraft, sondern man beobachtet sowohl den Druck, der mit dem zu untersuchenden Gase eine Flamme von 180 Mm. Höhe zu erzeugen im Stande ist, als auch die Zeit, in welcher bei normaler Flammenhöhe ein gewisses Gasvolum, z. B. 25 Liter verbrannt wird. Obgleich dieser Apparat ein Bunsen'sches Photometer nicht ausschliesst, so leistet er doch für den Fabrikbetrieb, also für Beobachtung der zu verschiedenen Tageszeiten erzeugten Gasqualitäten vortreffliche Dienste. Fig. 215 stellt diesen Apparat dar. Man sieht die Flamme a innerhalb des graduirten Cylinders b. Durch eine beim Eingang c angebrachte Mikrometerschraube regulirt man den Druck des Gases, welches durch eine nasse Experimentirgasuhr gemessen wird. Ersteren ersieht man auf der Scala d durch den Zeiger e. Die Scala zeigt in der Regel sehr deutlich schon einen Druck von 0,25 Mm. an. Der Zeiger e sitzt an dem hohlen cylindrischen Blechkörper f, welcher durch Stifte i in seiner horizontalliegenden Achse fixirt und leicht drehbar ist. Die Eigenschwere dieses Halbcylinders verhält sich wie ein Körper von spec. Gewicht = 0,5. Er hängt bis zu seinem Aufhängungspunkt im Wasser des vorderen Gefässes g, welches am Boden frei mit dem hinteren Theil h communicirt. Ein von c ausgeübter Gasdruck bringt Wasser von h nach g; es steigt aber daselbst nicht, wenn sein Volumen nur so gross oder kleiner ist als das des Schwimmers f, sondern dieser hebt sich des zugefügten Wassers wegen entsprechend heraus und registrirt so den Druck durch den Zeiger. Das Instrument zeigt also zu-

nächst die fortgedrückten Wassermengen an, die den Druckdifferenzen proportional sein müssen, was erreicht ist, wenn das Gefäss h verticale

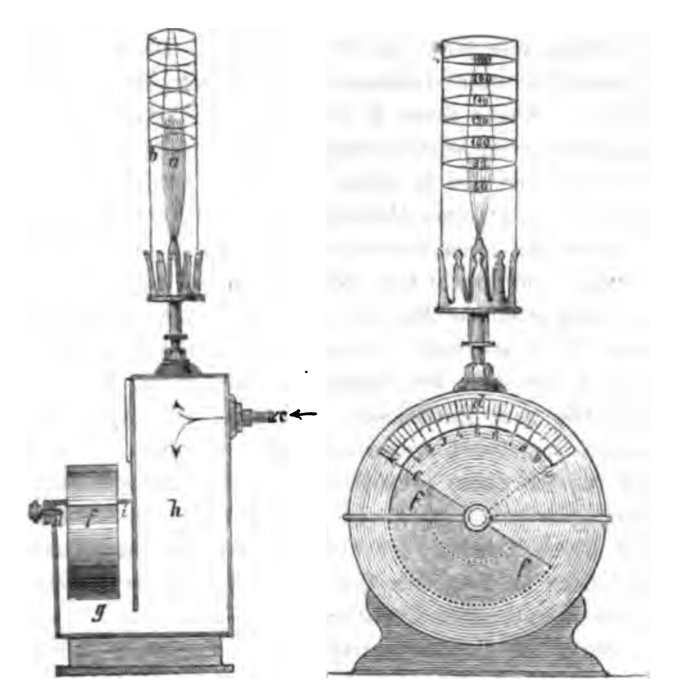


Fig. 205.

Wendungen hat. Werden diese wesentlich vergrössert, so wächst damit entsprechend die Empfindlichkeit des ingeniösen Apparates.

10. Das specifische Gewicht des Gases.

Das spec. Gewicht des Gases beträgt für schlesische wie westphälische Kohlen in der Regel 0,4—0,5, Luft = 1 gesetzt. Seine Bestimmung gehört neben den photometrischen Ermittelungen zu täglichen Arbeiten in den Gasanstalten, wenn gleich sein Werth lange nicht den einer Lichtmessung beanspruchen darf, weil bei nur einigermaassen aufmerksamem Betrieb das aus einer Kohlengattung erzeugte Gas selten Schwankungen zeigt, die sich in mehreren Zehnteln bewegen. Höheren Werth schon pflegt man der Ermittelung des spec. Gewichts in einer Versuchsgasanstalt beizulegen, wo die verschiedensten Gasarten bezüglich ihres Ursprunges als ihrer Destillationsperioden untersucht werden. Man pflegt eine Erhöhung des spec. Gewichts des Leuchtgases in engen Zusammenhang mit der Menge seiner schweren Kohlenwasserstoffe — Elayl und dampfförmige, flüssige Kohlenwasserstoffverbindun-

gen — zu bringen, doch nicht immer mit Recht, wenn man berücksichtigt, dass ein Leuchtgas im Wesentlichen aus Wasserstoffgas spec. Gew. = 0,0692, Sumpfgas = 0,5528, Elaylgas spec. Gew. = 0,9675 und Kohlenoxydgas spec. Gew. = 0,969 besteht. Die Ermittelung des specifischen Gewichtes eines Gemisches obiger Körper — im wasserfreien Zustande — lehrte zuerst R. BUNSEN und führte SCHILLING durch Constructionsänderung in die Fabrikpraxis ein. Sein Apparat besteht aus einem Glascylinder, der in einem weiteren, mit Wasser gefüllten hängt. Ersterer ist mit einer Messingkappe oben verschlossen, auf der durch einen Hahn mit einer feinen Oeffnung das in dem Cylinder aufgesammelte Gas, und ein anderes Mal die atmosphärische Luft entweicht; zwei eingeschliffene Marken oben und unten im inneren Glascylinder geben die Gas- resp. Luftmengen an, welche man jedesmal ausströmen lässt und wozu die Anzahl Secunden notirt werden, welche beide Gasgemische zum Entweichen erfordern. Da nun die Dichtigkeit eines Gases umgekehrt proportional dem Quadrat der Ausflussgeschwindigkeit, mithin direct proportional dem Quadrat der Zeit ist, die zur Ausströmung erfordert wird, so ergiebt sich das specifische Gewicht einfach durch Erheben der zum Ausströmen jeder Gasart verbrauchten Secunden an Zeit in's Quadrat und Division desjenigen der Luft in das des verwendeten Leuchtgases.

Eine Correctur für die Temperatur ist nur in seltenen Fällen nöthig.

11. Die chemische Analyse des Leuchtgases.

Man kann die einzelnen Bestandtheile des Leuchtgases nach den ausgezeichneten Methoden von R. BUNSEN feststellen. Der Werth solcher Bestimmungen, wenn sie eine tägliche Controle des Fabrikbetriebes ermöglichten, wäre unabsehbar. Der Zeitaufwand, welcher bis jetzt noch dazu erforderlich ist, hat selbst noch nicht vermocht, den von RICHTER angebrachten, für die Technik berechneten Variationen leidlichen Eingang zu verschaffen, und ich verzichte daher weiteres hierüber anzuführen. Die chemische Ermittlung einiger steter Begleiter des Leuchtgases, die der Fabrikant mehr oder weniger als schädliche Bestandtheile ganz oder partiell in der Anstalt zurückzuhalten bestrebt ist, sollen hier aber Erwähnung finden, weil ihre Bestimmung im technischen Sinne zu häufigeren Arbeiten wird.

1. Schwefelwasserstoff tritt zu ungefähr 0,3—1,0 pCt. im Rohgase auf. Der qualitative Nachweis desselben geschieht derart, dass ein mit Bleiacetat getränkter Papierstreif über den von Theerdampf befreiten Gasstrom gehalten wird; eine schwache Bräunung desselben verräth schon Spuren. Berliner Gas der städtischen Gasanstalten kann

Stunden lang diesem Mittel exponirt werden ohne darauf im Geringsten zu reagiren. Die quantitative Bestimmung des Schwefelwasserstoffs bewerkstelligt man in den meisten Fällen durch Einleiten eines nachher zu messenden Gasquantums in Bleiacetat, Filtriren und Auswaschen des erhaltenen Niederschlages mit einem Gemisch von Essigsäure und Alcohol, Zerstören der letzten Spuren von ev. mit niedergerissenem Theer durch rauchende Salpetersäure, sodann Abdampfen mit reiner Schwefelsäure und dadurch bedingtes Ueberführen des Bleinitrates in Bleisulfat, sowie Wägen desselben.

2. Kohlensäure bis 4 Volum pCt. im Gase auftretend, wird qualitativ durch Einleiten in ammoniakalische Chlorcalciumlösung nachgewiesen, wodurch Calciumcarbonat niederfällt. Zur Mengenbestimmung sind sehr viele Apparate ersonnen worden; ich empfehle rückhaltlos hierfür den von Rüdorff construirten, welchen die Firma Greiner & Geissler (Berlin, Markgrafenstrasse) ganz aus Glas in elegantester Façon liefert.

Eine dreihalsige Woulf'sche Flasche von bekanntem Inhalt hat auf seinen Tuben ein Eingangsrohr, eine Bürette mit Glashahn und einen Ausgangshahn mit Manometer sitzen. In den mit Gas gefüllten Raum der Flasche führt man durch die Bürette nach und nach so viel Kalilauge von 1,050 spec. Gew. bis das auf dem dritten Tubus sitzende Wassermanometer Gleichheit anzeigt. In diesem Fall hat man das durch die Kalilauge im Flascheninhalt verschwundene Kohlensäurevolumen durch Flüssigkeit ersetzt, dessen räumlichen Inhalt die Bürette in Cubikcentimetern ergiebt. Ist der Inhalt der Flasche = 1000 Cbc., so erfährt man durch Division der gebrauchten Cbc. Kalilauge mit 10 schnell die Volum-Procente an Kohlensäure. Der Apparat steht zur Vermeidung von Temperaturschwankungen innerhalb eines Versuches in einem Gefäss mit Wasser.

3. Ammoniak, wie die Kohlensäure ein steter Begleiter des gereinigten Gases lässt sich in den meisten Leuchtgasen qualitativ durch feuchtes, rothes Lackmuspapier nachweisen. 1—5 Minuten vor den geöffneten Gashahn gehalten, färbt sich das Papier meist blau. Die Art und Weise seiner quantitativen Ermittlung, wie von grossen Werken täglich zur Controle der Condensationsvorrichtungen geschieht, muss sich ganz nach seiner Menge richten. Allgemein verwendet man dazu mit Lackmustinctur rothgefärbte Normalschwefelsäure, in einem engen Glascylinder mit doppelt durchbohrtem Kork befindlich und erkennt an dem Blauwerden derselben beim Durchleiten des Gases, wann selbige mit Ammoniak gesättigt erscheint.

4. Der Schwefelgehalt des reinen Leuchtgases hat seinen Ur-

sprung sowohl in geringen Mengen Schwefelkohlenstoff, welche sich bilden, wenn das in der Kohle auftretende mehrfach Schwefeleisen Schwefel abgiebt und dieser dampfförmig auf glühenden Coak einwirkt, als auch höchst wahrscheinlich in dampfförmig dem Gase beigemengten schwefelhaltigen Körpern, die in nur minimalen Mengen auftreten, und welche mitunter Veranlassung zu krystallinischen Schwefelablagerungen da geben, wo Gas langsam aus undichten Stellen, namentlich der Gasbehälter entweicht. Qualitativ ergiebt sich dieser Gehalt an Schwefel in sehr einfacher Weise; dampft man über einer kleinen BUNSEN-schen Gasflamme in einer Platinschaale 1 Kilo Wasser zur Trockniss ein, so genügt in der Regel die dazu erforderliche Zeit, von dem verbrannten Gase so viel Schwefel sofort in Schwefelsäure überzuführen, dass man sie als ölige Tropfen an der Aussenseite der Platinschaale beobachtet und chemisch erkennen kann. Ferner eine in einem Platindrahtöhr geschmolzene Perle von chemisch reinem Natriumcarbonat 1—2 Minuten in den äusseren Saum einer BUNSEN'schen Flamme gehalten und darauf der reducirenden Wirkung der leuchtenden Flamme desselben Brenners 2—3 Minuten ausgesetzt, erzeugt aus dem im ersten Stadium gebildeten Natriumsulfat so viel Schwefelnatrium, dass dies beim Auflösen in wenigen Tropfen Wasser am Boden einer Porcellanschaale beim Zusammenbringen mit Nitroprusidnatrium an der rothen Färbung sich sehr deutlich erkennen lässt, selbst wenn in 100 Cbm. Gas nicht mehr als 30 Gramm Schwefel vorhanden sind.

Die quantitative Bestimmung besagter Schwefelmenge erfordert einen complicirten Apparat. Exact geschieht sie, indem man ein Gemisch des zu untersuchenden Gases mit 10 Volumen Luft, die selbst von jeder Spur Schwefel zu befreien ist, in einem Platinrohr von 30 Cm. Länge verbrennt, welches mit einer Platindrahtnetzröhre erfüllt ist, die schwammiges Platin enthält. In einem hinteren, erweiterten Theile des betreffenden Platinrohres wird die erzeugte Schwefelsäure — Schwefligsäureanhydrit bildet sich bei richtiger Leitung des Prozesses nicht — durch Natronkalk oder Kaliumcarbonat völlig gebunden und darauf chemisch ermittelt. Die ganze Röhre liegt in einem Verbrennungsapparat und wird im leichten Rothglühen erhalten.

12. Nebenproducte und Fabrikations-Rückstände.

Coak und Graphit. Der Coak entsteht aus den Steinkohlen durch sogenannte trockene Destillation und wird gebildet aus dem grössten Theil der unorganischen in der Steinkohle auftretenden Substanzen, sowie aus Kohlenstoff, der durch die complicirte Zersetzung der Kohlensubstanz mittelst Hitze hinterbleibt.

Man erhält 90—150 Volumprocente der angewandten Kohle, oder 60—75 Gewichtsprocente. Seine physikalische Beschaffenheit ist sehr verschieden; im Ganzen von stahlgrauem Ansehen und blumenkohlartige Massen darstellend, variirt seine Festigkeit in der Regel je nach der Art der Kohle und der Art der Vergasung. Reine Backkohlen geben selten einen festen Coak, ebenso wie Kohlen, welche nicht genügend lange in den Retorten verweilten.

Sein Aschengehalt, der beim Verbrennen als Schlacke hinterbleibt, schwankt zwischen 1—3 pCt. Eine kleinere Qualität der Coake, ungefähr von Wallnussgrösse, Breeze genannt, wird in manchen Gasanstalten, besonders durch theilweises Zermalmen von Coak hergestellt oder durch Sortiren gewonnen; sein Aschengehalt beträgt 5—6 pCt.

Der feine Abfall der Coake, Asche genannt, beim Lagern und Transportiren sich bildend, wird ebenfalls noch verwerthet, und enthält oft 10 pCt. unorganische Substanzen, wodurch ihr Werth als Brennmaterial wesentlich beschränkt erscheint.

Graphit, ein Ansatz der inneren Retortenwandungen ist Kohlenstoff, der durch die Zersetzung dampfförmiger und gasförmiger Körper während der trockenen Destillation sich an den glühenden Wänden ausschied und mit nur Spuren unorganischer Substanz, meist Eisensulfür vermischt ist.

Seine Bildung bedingt einen Verlust an Leuchtkraft, den die Technik noch zu vermeiden lernen muss. Man entfernt die Graphitkrusten in erwähnter Weise und verwerthet sie zu galvanischen Elementen.

Theer ist ein schwarzes schwerflüssiges Fluidum vom spec. Gew. 1,2, meist gemischt mit mehr oder weniger feinem Kohlenstaub, und wie seinerorts erwähnt in der Gasfabrikation zum Heizen der Retortenöfen mitunter verwendet. Seine Menge ist in erster Linie von der Kohlensorte abhängig; schlesische Kohlen geben meist 5—6 pCt. Theer, während englische Kohlen selten bis zu 4,5 pCt. liefern. Auch die Art seiner Absonderung ist bei englischen Kohlen anders als bei deutschen, wie folgende Zusammenstellung zeigt:

	schlesische.	englische.
Hydraulik . .	35,79 pCt.	62,64 pCt.
Condensator I .	7,05 „	6,97 „
„ II	12,47 „	4,91 „
Scrubber I & II	44,69 „	25,48 „
	100,00	100,00

Wohl selten liefert ein Industriezweig ein Nebenproduct, das eine so complicirte chemische Zusammensetzung aufweist, das so eminent dazu beigetragen hat, das Studium der organischen Körper zu bereichern,

ja das mit die Grundlage und die Eckpfeiler einer ganz neuen Anschauungsweise in der Chemie abgegeben hat.

In der Einleitung zur Gasbeleuchtung wurde gezeigt, dass der Steinkohlentheer ein Gemisch von mindestens dreissig verschiedenen Körpern ist, von denen einzelne bis auf die Gruppirung ihrer Kohlenstoffatome hinab untersucht worden sind, ganz neue Anschauungsweisen schufen und durch die Eminenz der glücklichsten theoretischen Speculationen der Industrie Bahnen eröffneten, die bis vor einem Viertel-Jahrhundert kaum denkbar waren.

Seine hervorragendste Bedeutung hat der Theer für die Farbenindustrie. Demnächst verwendet man ihn auch zur Fabrikation von Dachpappen derartig, dass einfach die Papptafeln oder Rollenpappe durch den erhitzten Theer langsam durchgezogen und darnach mit Sand bestreut werden; man nimmt ihn jedoch für diese Verwendung vorher durch Einströmenlassen von gespanntem Dampf in eingeschlossenen Gefässen, sogenannten „Abblaseständern" sämmtliche leichtflüchtigen werthvolleren Oele. Seine so verschiedene Verwendbarkeit für die chemische Grossindustrie basirt auf dem procentischen Gehalt verhältnissmässig weniger seiner Bestandtheile. Den Aufschluss darüber erhält man neben anderen Versuchen vornämlich durch eine fractionirte Destillation des Theeres so wie der erzielten Fractionen. Die einzelnen Bestandtheile desselben variiren sehr von seiner Darstellungsweise wie namentlich seiner Art ihn aufzufangen. Es ist naturgemäss, dass ein Theer aus der Vorlage weniger leicht flüchtige Körper enthält als ein solcher aus dem Scrubber oder gar dem Rohrnetz einer Stadt und man hat in richtiger Würdigung dieses Umstandes bereits damit begonnen, die ältere Art seiner Aufsammlung, wonach Theer aus Vorlage, Condensation und Scrubber in ein gemeinschaftliches Reservoir flossen, aufzugeben und den Theer der Hydraulik und ersten Condensatoren von dem der letzten dieser Apparate und den Scrubbern getrennt aufzufangen. Wie gerechtfertigt ein solches Verfahren ist, zeigt folgende Tabelle von fractionirten Destillationen aus Theeren schlesischer Kohle; die Versuchsdestillation des Theeres für seinen kaufmännischen Werth stellt man zweckmässig mit Mengen von 25 Kilo an und trennt die übergehenden Producte in sogenannte „leichte Oele" bis zum spec. Gew. von 0,9, die in der Regel bis 130° C. übergehen und stets auf Wasser schwimmen, in sogenannte „schwere Oele" bis zum spec. Gew. 1,020, bis 230° C. übergehend, in Wasser stets untersinkend, und aus sogenannten neutralen Theerölen einerseits, sowie Kreosot, Karbolsäure und seinen Homologen andererseits bestehend; durch Wegnahme der letzten Gruppe mittelst Natriumhydroxyd und Erkälten des öligen Residuums erhält man in

vielen Fällen das sich krystallinisch ausscheidende Naphtalin. In der Retorte verbleibt dann Goudron, welches bei Handwärme weich wird, oder Pech mit starkem Gehalt von Aethracen, wenn die Destillation weiter getrieben wurde, oder Theercoak, wenn man die Retorte schliesslich bis zum Rothglühen erhitzte.

Condensationsproduct			Fractionirte Destillation							
			Leichte Öle		Schwere Öle					
	Beschaffenheit.	spec. Gew.	%	spec. Gew.	%	spec. Gew.	enthalten Karbolsäure u. Kreosot %	Naphtalin %	Rückstand %	Wasser %
Verkaufstheer	theerig	1,190	2,75	0,914	14,8	1,002	33	4,7	75,75	2,0
Hydraulik	„	1,165	0,5	—	25,4	1,020	45	3,4	69,1	1,0
Condensator I	„	1,150	1,5	0,877	19,0	1,001	25	5,0	73,4	1,1
„ II	„	1,130	4,6	0,877	21,4	1,014	30	6,6	62,0	5,4
Scrubber I u. II	„	1,135	5,2	0,877	18,6	1,002	25	4,3	65,5	6,4
Vorreinigung	„	1,130	10,0	0,914 mit 12,5% Karbolsäure.	14,5	1,005	33	5,5	61,5	8,5
aus dem Syphon des Gasbehälter I	„	—	8,5	—	vac.	—	—	vac.	45,5	46,0
aus dem Syphon des „ II	„	—	6,5	—	12,0	—	—	33	35,0	13,5
aus dem Syphon des „ III	ölig	—	20,0	—	vac.	—	—	vac.	44,0	36,0
aus dem Syphon des „ IV	„	1,030	3,75	—	44,0	0,948	vac.	19	33,25	vac.
vom Monat Jan. u. Febr.	„	0,940	24,6	0,869	51.12	0,925	vac.	8,0	16,28	vac.
„ März	„	0,975	15,0	0,918	66,6	0,961	vac.	4,0	14,4	vac.
„ April	„	1,005	11,6	0,915	63,0	0,966	vac.	1,0	24,4	vac.
Condensationsproducte der Dresdener Gasanstalten.										
hinter den Scrubbern	ölig	1,095	7,5	0,880	30,5	0,951	10,0	vac.	48,5	18,5
des Gasbehälter I	dünnflüssig	0,920	9,5	0,882	88,0	0,925	vac.	2,5	vac.	vac.
„ II	„	0,925	12,0	0,877	80,5	0,916	vac.	7,5	vac.	vac.
in d. Stadt: „Am See“	ölig	0,995	22,0	0,890	42,5	0,955	vac.	1,5	34,0	vac.

Theere englischer Kohlen.

	Oel leichtes	Oel schweres	Karbolsäure	Paraffin	Naphtalin	Pech
ghead	12	30	3	41	—	14
nnel	9	40	14	—	15	22
wcastle	2	12	5	—	58	23
ffordshire . . .	5	35	9	—	22	29

Ohne näher auf die Consequenzen dieser interessanten Resultate einzugehen ist nur noch zu erwähnen, dass die Beschaffenheit der Con-

densationsproducte selbst in den einzelnen Destillationsperioden der Steinkohle sehr schwankt, wenn man die Beschaffenheit des erzeugten Gases dabei in Erwägung zieht, wozu folgende Zusammenstellung dient, die Qualität und Quantität des Gases in den aufeinander folgenden Stunden während der Vergasung einer bei Gelsenkirchen in Westphalen vorkommenden Backkohle darstellt.

1230 Kilo Kohlen gaben Gas				
Stunde	Cbm.	Leuchtkraft in Wallrathkerzen	Kohlensäure Vol.-Procent	spec. Gew.
I	47	17,9	2,3	0,518
II	48	17,75	1,0	0,472
III	43	15,1	1,2	0,428
IV	52	12,4	0,5	0,391
V	52	6,5	fehlt	0,327
VI	45	3,25	fehlt	0,268

Die ersten Antheile der Destillation der leichten Oele bilden eine ausserordentlich flüchtige Essenz, der „Vorlauf“ genannt, welche zur Carburation schlecht leuchtender Gase Verwendung findet.

Die leichten Oele selbst verwendet man der Hauptsache nach wegen ihres Benzol- und Toluolgehaltes zur Nitrobenzol- und Anilinfabrikation, die das Rohmaterial für die elegante Fabrikation der Anilinfarben abgiebt, die schwerer flüssigen Antheile der leichten Oele dienen als Fleckwasser die schwersten oft als Brennnaphta.

Der in Natron- oder Kalilauge nichtlösliche Theil der schweren Oele, welcher noch später als Naphtalin und Karbolsäure bei der Destillation übergeht, findet nur untergeordnete Verwendung in der Wagenschmierefabrikation sowie zur Darstellung von Russ durch Verbrennen unter mangelndem Luftzutritt; durch Destillation unter hohem Druck endlich kann man diesen Theil des Schweröles nochmals in leichte Oele zerlegen und so besser verwerthen.

Der in Natronlauge lösliche Theil des Schweröles besteht aus Kreosot, resp. Karbolsäure und seinen Homologen. Im ungereinigten Zustande ist dieses Gemisch das vorzüglichste Material zur Conservirung von Hölzern, die in feuchter Erde liegen, also z. B. Eisenbahnschwellen, Telegraphenstangen, Schacht- und Stollen-Zimmerungen. Die Verbindung des Phenols mit Nitryl liefert die Picrinsäure, die als Färbekörper sowie als Ausgangspunkt für Knallpräparate bekannt ist. In der neuesten Zeit hat man gelernt die chemisch reine krystallisirte Karbolsäure fabrikmässig darzustellen. Infolge dessen hat sie wegen

ihres verhältnissmässig niedrigen Preises als Antisepticum die ausgedehnteste Verwendung gefunden und ist so zu sagen das moderne Desinfectionsmittel der medicinischen Praxis. Man conservirt ferner damit Leichen, Knochen, Sehnen, Felle sowie in Färbereien Extracte der Gerbmaterialien.

Die letzten Antheile des „Schweröles" erstarren oft von einem Gehalt an Anthracen, was ja auch im Goudron und Pech auftritt. Seitdem das im Krapp enthaltene Alizarin als Bioxyantrachinon von der modernen Chemie erkannt ist und aus dem Anthracen künstlich dargestellt wird, hat natürlich der Werth anthracenhaltiger Oele und Pechsorten bedeutend zugenommen. Pech in leichten Oelen gelöst, giebt einen schönen tiefschwarzen Holz- und Metallanstrich, liefert beim Verbrennen eine Sorte Russ, so wie beim Vermischen mit Kohlenklein die bekannten Briquettes.

Der beim eventuellen Rothglühen der Theer-Destillations-Retorten hinterbleibende Theercoak ist als fast absolut asche- und schwefelfreier Kohlenstoff ein ausgezeichnetes Brennmaterial und wird dieserhalb mit Vorliebe zum Erhitzen der Platinkessel, in denen Schwefelsäure concentrirt wird, verwendet.

Während der Theer von Gasfabriken früher als lästiges Abfallproduct betrachtet wurde, steigt heute sein Preis höher und höher und tritt dadurch aus der Categorie der sogenannten Fabrikationsrückstände heraus eben so wie sein steter Begleiter

Das Gas- oder Ammoniakwasser, dessen Ammoniakmenge durch den Stickstoffgehalt der verwendeten Kohlengattung bedingt ist. Schlesische Kohlen liefern 9 pCt. Ammoniakwasser, englische oft nur 6 pCt. Seine Bildung in den verschiedenen Condensationsapparaten zeigt folgende Zusammenstellung:

Apparat.	Kohlen-Gattung	
	schlesische	englische
Hydraulik	46,15%	56,09%
Condensator I	27,28 „	20,42 „
Condensator II	19,64 „	10,95 „
Scrubber I und II	6,93 „	12,54 „
	100,00	100,00

Die Quantitäten seiner Componenten schwanken ebenfalls je nach der Art der Kohle, wie folgende Tabelle von Gerlach zeigt:

Körper	100 Cb. C. Gaswasser enthalten Kohle		
	Zwickauer spec. Gew. = 1,6° B.	Schlesische u. Zwickauer spec. Gew. = 1,5° B.	Ruhrkohle spec. Gew. = 1,9° B.
	Gramm		
Unterschwefligsaures Ammonium	0,1036	0,1628	0,5032
Schwefelammonium	0,0340	0,0646	0,6222
Saures kohlensaures Ammonium $(NH_4)HCO_3$	0,1050	0,1470	0,2450
Neutrales kohlens. Ammonium . $(NH_4)^2CO_3$	0,4560	0,7680	3,3120
Ammoniumsulfat	0,0462	0,0858	0,1320
Chlorammonium	3,0495	1,7120	0,3745

Neben diesen Salzen findet sich auch in sehr geringen Mengen Schwefelcyanammonium sowie benzoësaures Ammonium im Gaswasser. Durch den Salzgehalt ist für dasselbe ein höheres specifisches Gewicht als Wasser bedingt, so dass es je nach seiner Darstellungsweise 1—6° Baumé zeigt und summarisch 1—5 pCt. reines Ammoniak enthält, welches allein den Werth dieses Nebenproductes bedingt.

Während deutsche Gasanstalten im Anfang der Gasindustrie selbiges den Flussläufen übergaben und dieserhalb lästigen Klagen ausgesetzt waren, wird heute, durch die gesteigerte Nachfrage für Ammoniak und seine Salze in marktfähigem Zustande bedingt, pro 100 Kilo eines Wassers von nur 2,5 pCt. Ammoniakgehalt schon 1 deutsche Mark gezahlt. Die dadurch erzielten Einnahmen decken für ein Gaswerk reichlich die Reinigungskosten und können mit der Zeit noch wesentlich bedeutender werden. Die Fabrikation von Ammoniaksalzen ist im Lauf der Jahre eine selbständige Industrie geworden; sowohl die Gasanstalten selbst, in der Neuzeit aber noch mehr die chemische Grossindustrie bemächtigt sich dieses Zweiges, weil dieselbe in den meisten Fällen die erforderliche Schwefelsäure oder Salzsäure selbst liefern kann.

Die Fabrikation von flüssigem Ammoniak, sogenannten Salmiakgeist bezweckt eine Auflösung von Ammoniakgas in destillirtem Wasser von 25 pCt., in England sogar 36 pCt. Gehalt an ersterem. Chemisch rein wird dieses Product wegen der stetigen Anwesenheit substituirter Ammoniumverbindungen nur im Laboratorium erzeugt, doch genügt die allerorts gelieferte Waare den Verwendungen desselben: namentlich werden mittelst Salmiakgeist in besonderen Maschinen grosse Quantitäten Eis erzeugt, indem man die durch die Verdampfung des Ammoniakgases in einem luftverdünnten Raum bedingte Temperatur-

erniedrigung zum Gefrieren des Wassers nutzbar anwendet. Zur Darstellung von Salmiakgeist unterwirft man das Gaswasser einer Destillation mit oder ohne Calciumhydroxyd. Da im letzteren Fall nur der als Ammoniumcarbonat und Schwefelammonium vorhandene Antheil des Ammoniaks, allerdings zumeist den Hauptantheil bildend, gewonnen und ausserdem eine hohe Temperatur sowie nicht unbedeutende Zeit erfordert wird, destillirt man jetzt fast überall mit Calciumhydroxyd* und wendet davon 6,6 pCt. = 5, pCt. gebrannten Kalk an, siehe Fig. 206 und 207. Der mit dem Gaswasser und Kalk zum Theil gefüllte Kessel A wird von dem Feuer direct erhitzt; die heisse Luft umspült

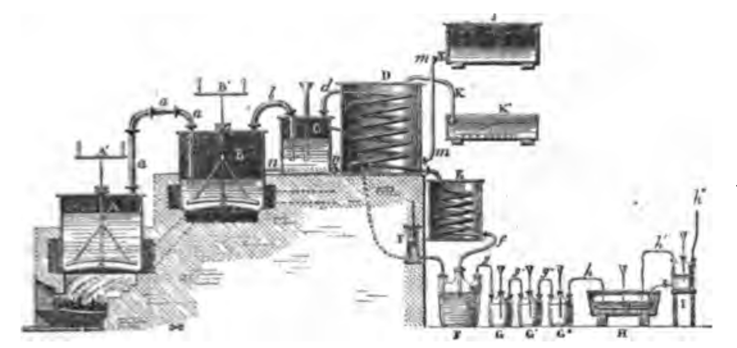


Fig. 206.

auch einen zweiten, höher gelegenen, mit derselben Mischung erfüllten Kessel B, um dann in den Schornstein zu gelangen. Die Gase treten durch aa nach B, werden gewaschen und gelangen von hier durch b nach zwei Waschern C und C', welche mit dünner Kalkmilch ge-

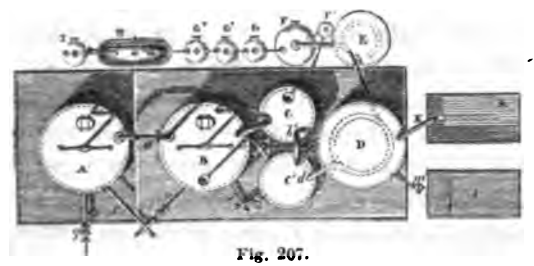


Fig. 207.

füllt sind und fremde Körper sowie Wasser zurückhalten. Von hier gelangt das gereinigte Ammoniakgas, durch die beiden in D und E liegenden Kühlschlangen zum grossen Theil von Wasser befreit, von f u. F nach GG'G'', ferner durch h nach der bleiernen Wanne H, die zu ihrer Kühlung in einem Kaltwassertroge arrangirt wird. Die Wanne

* Neuestens entfernt man vor der Destillation auch den Schwefelwasserstoff durch Digeriren des Gaswassers mit Eisenhydroxyd.

enthält einen Sicherheitstrichter sowie eine wesentliche Verstärkung unterhalb des Eintrittsrohres, da an dieser Stelle die Zerstörung des Metalls schnell erfolgt. In H condensirt sich das reinste Ammoniak, die letzten Mengen aber in den Bombon J, der seinen Inhalt nach H zu entleeren erlaubt. Von dem Gefäss C′ an beginnt das Princip der warmen Condensation, dessen Anwendung hier ganz rationell erscheint, weil das zu gewinnende Ammoniak der flüchtigste von allen überzutreibenden Körpern ist. Während auch die Bombons G G′ G″ mehr oder weniger marktfähige Producte liefern, wird der Inhalt von F durch die Pumpe F′ stets nach C geschafft, um so den Kreislauf theilweise wieder mit zu machen; während in E Wasser kühlt, benutzt man für D rationell durch m aus J zufliessendes Gaswasser. Dasselbe wird dadurch vorgewärmt, wird sogar heiss und entbindet namentlich Ammoniumcarbonat, welches man aus dem oben geschlossenen Gefäss durch k nach dem ausgebleiten Holzkasten K führt, in dem Kammerschwefelsäure von 50—53° B. 15—20 Cm. hoch sich befindet. Hier erfolgt Condensation der Dämpfe unter Bildung von Ammoniumsulfat. Ist im Gefäss A 1/10—1/8 der Flüssigkeit durch Verdampfung verschwunden, so pflegt selbige frei von Ammoniak zu sein, was durch Ausströmenlassen der Dämpfe aus einem an a a angebrachten Probirhahn auf rothes Lackmuspapier erkannt wird. Sodann wird A entleert, B durch ein Rohr am Boden nach A fliessen gelassen und mit dem vorgewärmten Gaswasser von D sowie der abgemessenen Kalkmilch alternirend von C und C′ ersetzt; von J fliessen neue Mengen Gaswasser nach D, C oder C′ bekommt eine neue Quantität Kalkmilch und die Destillation beginnt von Neuem.

An Stelle dieser Kalkmilch zum Reinigen des Ammoniakgases dient auch frischgeglühte Knochenkohle oder Holzkohle, in geschlossenen eisernen Cylindern angewendet; noch länger und geregelter wirkend ist eine Füllung derselben mit Coak, die von oben her mit Pflanzenöl oder abgeblasenem Paraffinöl feucht erhalten wird. Oele gewähren noch den grossen Vortheil im Fall das Gaswasser Theer und somit Naphtalin suspendirt enthält, dieses durch Lösung zurück zu halten. Dem Naphtalin wird in den beiden ersten Kesseln nämlich durch das Calciumhydroxyd sein Lösungsmittel, die Carbolsäure entzogen; es sublimirt mit den Wasserdämpfen und versetzt in oft höchst lästigen, ja gefahrbringendem Grade in den Kühlschlangen, wo der es mit fortführende Wasserdampf entzogen wird, die Rohrleitung, was öftere Betriebsstörungen herbeiführt, respective ein Ausblasen des ganzen Apparats mit gespanntem Dampf erfordert. Beseitigt man in dieser Weise Naphtalin und Spuren leichter Oele, so hat man auch nicht zu fürchten.

dass das Fabrikat trübe ausfällt, was anderenfalls seinen Werth herabzudrücken im Stande ist.

Ammoniumsulfat wird, wie erwähnt, bei der Fabrikation des Salmiakgeistes in kleinen Mengen gewonnen. Soll das sogenannte schwefelsaure Ammoniak des Handels aber ausschliesslich dargestellt werden, so vereinfacht sich der in Fig. 206 u. 207 erläuterte Apparat etwas: man bringt den Kalkwascher oder dafür den Oelscrubber hinter D an, sorgt durch ein Zweigrohr dafür, dass die in D entstehenden Dämpfe von vornämlich Ammoniumcarbonat in das Gasabgangsrohr von B gelangen und leitet sämmtliche ammoniakalische Gase, von Wasser thunlichst befreit und möglichst kalt in einen mit Blei ausgeschlagenen Holzkasten. Die Nähte des Bleies müssen mit der Knallgasflamme und nur mit Blei gelöthet sein; das Gaszuführungsrohr ist von Blei und erweitert sich unten etwas. Unter ihr liegt am Boden des Kastens eine starke Bleiplatte, um die frühzeitige Zerstörung des Kastenbodens zu verhüten. Letzterer ist nach einer Seite geneigt und hat daselbst eine Vertiefung, die gross genug ist, einen Bleieimer aufzunehmen, der, an einem Bleistab befestigt, mittelst Kette, Rolle und Gegengewicht leicht aus dem Kasten emporgehoben werden kann. In den Kasten gelangt durch ein bleiernes Reservoir die anzuwendende Kammerschwefelsäure, die circa 50 pCt. Schwefelsäureanhydrit enthält. Die einströmenden Dämpfe veranlassen in der Säure ein sofortiges Ausfallen des krystallinischen Ammoniumsulfates, das mit einer Krücke auf den geneigten Boden entlang in den Bleieimer geschafft und mit demselben emporgehoben wird; man lässt abtropfen, stürzt das Salz in Weidenkörbe, die so am Rand des Bleikastens aufgestellt sind, dass die abtropfende Mutterlauge in selbigen zurückrinnt; durch gelindes Trocknen erhält man verkäufliches Product. Es fällt empyreumafreier aus, wenn dafür gesorgt wird, dass der Kasteninhalt stets saure Reaction behält. Der ganze Kasten wird mit einer dichten Haube bedeckt gehalten; ein weites Rohr führt die nicht absorbirten, höchst lästigen Gase und Dämpfe unter den Rost der Kesselfeuerung, wo sie verbrennen. Bei richtiger Leitung des Processes fallen kaum Mutterlaugen ab, die ein besonderes Verdampfen erheischen. Das gewonnene Product enthält neben Ammonium die substituirten Ammoniumverbindungen als Sulfate, sowie Spuren der sogenannten Pyrrolkörper, die Mutterlaugen aber etwas grössere Mengen von Brandharzen, welche bei der Verdampfung sich ununterbrochen auf der Oberfläche als theerartige Tröpfchen ausscheiden. Die ohne Abdampfen erhaltene Krystallisation genügt jedoch den meisten Zwecken.

Chlorammonium, Salmiak. Hält man den ausgebleiten Kasten mit Salzsäure gefüllt und sorgt dafür, dass die Ammoniakdämpfe möglichst gekühlt in die Säure treten, so kann die erwähnte Apparatmodification auch für die Darstellung des krystallisirten Salmiaks dienen. Er wird häufiger als das Sulfat rein verlangt und muss dann in Bleipfannen umkrystallisirt werden. Ganz rein erhält man ihn nur durch Kochen des rohen Products mit Salpetersäure vom spec. Gewicht 1.4, Zersetzen mit Calciumhydroxyd und Einleiten des Gases in chemisch reine Salzsäure oder aber durch Sublimation.

Sublimirter Salmiak steht hoch im Preise. Nur wenige Fabriken und wohl nur in seltensten Fällen Gasanstalten direct beschäftigen sich mit seiner Darstellung. Sie geschieht entweder aus krystallisirtem Salmiak oder durch Erhitzen eines Gemisches von Chlornatrium und Ammoniumsulfat in grossen, am besten 3 Meter im Durchmesser fassenden eisernen Kesseln, die mit Chamottesteinen ausgesetzt sind. Hauptbedingung des Gelingens der difficilen Operation ist ausser einer sehr gleichförmigen Temperatur die Anwendung eines möglichst empyreumafreien Ammoniumsalzes und vollkommenste Trockenheit der zu erhitzenden Materialien. Dem Flüchtigwerden geringer Mengen von Empyreuma beugt man durch Vermischen der Salze mit Knochen- oder Kolzkohle, sowie durch Bedecken des Kesselinhalts mit einer Schicht gleicher Kohle vor; die nicht ganz trocknen Materialien trocknet man vorher in einem eigenen Trockenofen. Um zu verhindern, dass Spuren von Eisenchlorid sich verflüchtigen, setzt man vor der Krystallisation des Salmiaks etwas Ammoniak zu um Eisenhydroxyd abzuscheiden oder Ammoniumphosphat oder man vermischt die trockenen Substanzen vor der Sublimation mit 5 Proc. Calciumphosphat. Die Kessel sind mit eisernen, flach gewölbten Deckeln bedeckt; man hält diese so warm, dass aufgesprütztes Wasser zischend verdampft. Bei möglichst gleichmässiger und hoher Temperatur bildet sich an der Innenseite der Hauben im Verlauf einer Woche eine starke Schale Salmiak von fast glasiger Durchsichtigkeit; sie wird entfernt und mit einem Hobel von eisenhaltigen Stellen, die von der Haube herrühren, befreit.

Alte Reinigungsmasse bildet den einzigen Fabrikationsrückstand bei der Gasbereitung. So verschieden die einzelnen Körper sind, welche man zur Reinigung des Gases anwendet, so verschieden sind auch die Residua. Ein grosser Theil mittlerer und kleiner Anstalten in Deutschland verwendet noch mit Vorliebe oder aus Gewohnheit das Laming'sche Mittel zum Reinigen des Gases, wie erwähnt, hergestellt durch Mischen gleicher Volumtheile Sägemehl und Calciumhydroxyd.

besprengt mit einer Lösung von Eisenoxydulsulfat, die aus dem, dem Sägemehl gleichen Volumen des krystallisirten Körpers resultirt.

Das entstehende Calciumsulfat wandelt sich theilweise durch das Ammoniumcarbonat des Gases in Ammoniumsulfat und Calciumcarbonat um, schwängert sich ausserdem durch seine Porosität mit Ammoniumcarbonat, Schwefelcyanammonium und Schwefelammonium. Der grössere Theil der Gaswerke verwendet jetzt natürlich vorkommendes Eisenhydroxyd, den bekannten Raseneisenstein* mit dem gleichen Volum Sägemehl gemischt zur Gasreinigung. Es fehlt hier das Calciumsulfat und mit ihm für die schlecht werdende Masse der Schwamm für das Ammoniumcarbonat, weshalb dadurch eine Umhüllung des auf Schwefelwasserstoff wirkenden Agens also des Eisenhydroxydes wegfällt und solche Masse länger wirksam bleibt. Das Untauglichwerden beruht auf der allmäligen Einhüllung durch feinst ausgeschiedenen Schwefel, der durch öfteren Gebrauch ansehnlich wächst, wie folgende Analysen zeigen:

Verschieden oft gebrauchte Reinigungsmassen.

enthalten:	1. Rasen-eisen 13mal gebraucht	2. mit Sägemehl 8mal gebraucht	3. Anilinrückstand ohne Sägemehl 8mal gebraucht	4. Raseneisen mit Sägemehl 38mal gebraucht	5. Raseneisen mit Sägemehl 41mal gebraucht
Freien Schwefel	24,37%	29,60%	20,00%	37,45%	39,40%
An Eisen gebundenen Schwefel	vacat.	0,06 „	2,14 „	7,16 „	2,37 „
Schwefelsäure	vacat.	1,12 „	1,90 „	9,17 „	9,09 „
Wasser und Flüchtiges	13,27%	14,04 „	13,18 „	13,16 „	21,46 „
In Wasser löslich	6,34 „				
Eisenoxyd	16,90 „				
Eisenoxydul	12,37 „	55,18 „	62,78 „	33,06 „	27,68 „
Sand	15,57 „				
Holz	11,18 „				

Zu Nro. 3 ist ein Eisenhydroxyd von ausserordentlich feiner Vertheilung ursprünglich verwendet worden, welches aus der Rummels-

* Aus Heinau in Schlesien bezogen zeigte es folgende Zusammensetzung:

Eisenhydroxyd	= 58,87%
Eisenoxydul	= 2,90 „
Sand	= 27,52 „
Pflanzenreste	= 1,00 „
Wasser	= 9,27 „
Verlust	= 0,44 „
	100,00 „

Von Feuchtigkeit befreit enthält das Mineral = 64,88% Eisenhydroxyd.

burger Anilinfabrik stammt und bei der Reduction des Nitrobenzols durch Eisenfeile und Essigsäure in den Kesseln hinterbleibt. Die Ausnutzung obiger Massen kann eine sehr verschiedene sein: Nimmt man nur Rücksicht auf Ammoniak und Schwefel, so erhält man nach des Verfassers Versuchen aus einer 40mal gebrauchten, vorgetrockneten Masse mit 1/2 Volumen Sand gemischt und in eisernen Cylindern mit vorgelegter Schwefelsäure einfach abgetrieben 33,5 pCt. Schwefel und 22 pCt. Ammoniumsulfat. Eine Schwefelsäurefabrik in Aubervilliers fabricirt bereits ihre Schwefelsäure aus dargestelltem Gasschwefel. Schon LAWES zu Barking Creek stellte 1861 2180 Tonnen Schwefel als alter Reinigungsmasse dar und auf der letzten Pariser Ausstellung war von der Compagnie zur Verwerthung der Gasproducte in London von ALLHUSEN & C. und von der „Compagnie parisienne d'eclairage et chauffage par le gaz" Gasschwefel ausgestellt (siehe Bd. I. S. 134).

Beabsichtigt man jedoch auch die vorhandenen Cyanverbindungen zu gewinnen, so schlägt man folgendes Verfahren ein. Man laugt das Material aus und gewinnt so namentlich Ammoniumsulfat; den Rückstand mischt man mit je 30 Kilo Calciumhydroxyd pro Cbm. Masse, laugt aus, zersetzt entweder das in Lösung gegangene Doppelcyanür mit Calciumcarbonat oder Kaliumsulfat und gewinnt aus den geklärten Laugen gelbes Blutlaugensalz, oder versetzt mit Salzsäure und Eisenvitriol, wodurch Berlinerblau niederfällt. Den Laugenrückstand verarbeitet man auf Schwefel; ist Holzsubstanz zugegen, so extrahirt man die in einen Cylinder gebrachte, vorher getrocknete Masse mit heiss gemachten, neutralen schweren Theerölen, welche ausserordentliches Lösungsvermögen für Schwefel in der Hitze haben und beim Erkalten denselben in schönen Krystallen ergeben. Den Rückstand befreit man durch Abblasen mit gespanntem Dampf von den Oelresten und kann dann denselben als eisenhaltiges Material von Neuem zur Gasreinigung verwenden. Enthielt die Masse keine Holzsubstanz, so kann man dieselbe direct entzünden und das erzeugte Schwefligsäureanhydrid den Bleikammern zuführen. Als Rückstand hinterbleibt Eisenoxyd, das nach Aussage Einiger sich erneut zum Reinigen des Leuchtgases eignet.

13. Oelgas.

Fette, fette Oele, Paraffinöle und Petroleumrückstände lassen sich mit Vortheil zur Gasfabrikation anwenden. Das in letzteren beiden Körpern völlige Fehlen von Sauerstoff sowie der Umstand, dass Kohlenstoff und Wasserstoff annähernd im Verhältniss des Elaylgases auftreten ist der Grund für die hohe Leuchtkraft der daraus erzeugten Gase. Sie beträgt in der Regel das Dreifache vom Steinkohlengase.

Obgleich die für Oelgas verwendeten Rohmaterialien zu theuer waren um diesem weiteren Eingang zu verschaffen, so gewinnt es in neuester Zeit doch den Anschein, als wenn sich dieser Zweig der Gastechnik heben wollte, weil man Paraffinöle wie Petroleumrückstände als Abfallproducte der betreffenden Industrien seit circa 10 Jahren verhältnissmässig billig und in grossen Quantitäten acquiriren kann. Hierzu kommt, dass das erzeugte Gas fast keine Kohlensäure und oft gar keinen Schwefelwasserstoff enthält, dass der Gaserzeugungsapparat dadurch sehr einfach wird und in kleinen Räumen unterzubringen ist. Wenn auch die Beleuchtung ganzer Städte wie z. B. Weissenfels in Thüringen mit Oelgas zu den Seltenheiten gehört, so findet man doch häufig in grösseren Fabriketablissements, die den Städten fern liegen, zu ihrer Beleuchtung das Oelgas mit Vorliebe angewendet. Durch dasselbe ist die bald verlassene Idee des tragbaren Gases wieder aufgetaucht und verspricht, wie gezeigt werden wird, für Beleuchtung der Eisenbahnwaggons von hervorragender Bedeutung zu werden.

Zur Darstellung des Oelgases aus Paraffinölen oder Petroleumrückständen wendet man sowohl liegende wie ganz besonders stehende Retorten an. Die liegenden Retorten, in Länge- und Breitendimension denen für Steinkohlengas fast gleich, sind von Gusseisen und ovalem Querschnitt; zur Vergrösserung ihrer inneren Fläche sind sie mitunter mit Rippen an den Seiten und der Decke versehen, die in der Richtung der Achse laufen. Der Verschluss der Retorten ist gleich dem der Steinkohlengasretorten. Der Oelzufluss geschieht aus einem auf dem Ofen warm stehenden eisernen Behälter durch ein doppelt U-förmig gebogenes Rohr (∭), welches an dem einen Arm durch einen Trichter das Oel empfängt, durch den anderen nach dem Innern der Retorte abgiebt. Es fliesst, vermittelst eines Hahns regulirt, in einem etwa bleistiftdicken Strahl in das Innere einer kleinen, in der Retorte angebrachten Mulde von Eisenblech und verdampft durch die Rothglühhitze. Die Dämpfe steigen durch ein dem Zuflussort entgegengesetzt angebrachtes 0,1—0,15 Meter starkes Rohr in eine über der Entwicklungsretorte angebrachte zweite, sogenannte Vergasungsretorte, die, von geringerem Durchmesser, in der Regel etwas lebhafter als jene glüht. Hier wird die Gasbildung vollendet, d. h. die noch theilweise dampfförmigen Kohlenwasserstoffe zersetzen sich möglichst vollständig in leuchtende Gase, allerdings unter theilweiser Zersetzung. Man leitet das Gasgemisch zu seiner Kühlung zuerst in eine Vorlage, in der es jedoch keine Waschung durchzumachen braucht, sondern nur theerige Producte absetzt; da hier Wassersperrung fehlt — es bildet sich bei der Zersetzung dieser Oele fast kein Wasser — so ist es unbedingt

erforderlich, dass man Vorlage und Retorte durch ein sicher schliessendes Ventil von den übrigen Apparaten separiren kann, damit beim Oeffnen der Retorten nicht etwa das Gas vom Gasbehälter zurücktretend in der rothglühenden Retorte unter Beimischung äusserer Luft explosiv sich entzünde.

Von der Vorlage gelangt das Gas in einen stehenden Luftcondensator; derselbe genügt in den meisten Fällen vollkommen, weil Wasserdämpfe hier nicht zu condensiren sind, sondern lediglich Oelreste; von hier in manchen Fällen durch einen Waschapparat, dann durch einen klein bemessenen Reinigungsapparat, der passend mit Calciumhydroxyd beschickt wird, um Spuren Schwefelwasserstoff und Kohlensäure gleichzeitig zu entfernen, und endlich nach dem Gasbehälter. Einen Exhaustor bei dieser Fabrikation anzuwenden scheint nicht rathsam, weil im Gegensatz zur Steinkohlengasbereitung eine längere Berührung der Dämpfe mit den glühenden Retortenwandungen unter einem Druck von 0,06—0,09 Meter für die vortheilhafte Erzeugung des Gasgemisches und dessen russfreie Verbrennung an den Consumtionsorten nothwendig ist. In einer solchen Doppelretorte vergast man pro Stunde am passendsten 17 Kilo Paraffinöl und erzielt durchschnittlich pro 100 Kilo 56,6 Cbm. Gas. Dies Resultat ist von dem empfindlichen Anpassen des Oelquantums für die variable Rothgluht der Retorten abhängig; da dies aber selbst geschickten Arbeitern nicht leicht wird, so fällt oft die Gasausbeute unter den Durchschnitt und die flüssigen Condensationsproducte mehren sich. Solchen Uebelständen begegnet trefflich die HÜBNER'sche stehende Oelgasretorte. Fig. 208, a a ist die gusseiserne, nach unten etwas conisch verlaufende Retorte, oben und unten geschlossen und zu ihrem Schutz von einem Chamottemantel umgeben. Der Oelzufluss geschieht je nach dem Durchmesser des Vergasungsapparates durch 2—5 im Kreise angeordnete Trichter b. Die Vergasung geschieht an den Wänden während des Herniederrinnens des Oels und vollendet sich in dem eingehängten Rohr e, welches gleichzeitig das Abzugsrohr bildet. m ist die weitere Rohrleitung, n die Vorlage, in der eine Waschung stattfinden kann. f sind Reinigungsvorrichtungen für angesetzten Coak und Russ; das Abgestossene fällt nach Entfernung von d und Herausnahme von c aus der Retorte. Sie hat eine Vorfeuerung und gewundene Feuerzüge. k sind Räumlicher für Flugasche. Die Hitze ist hoch und sehr gleichmässig, daher kann man bei 4 Fülltrichtern 25—38 Kilo Oel pro Stunde vergasen und erhält pro 100 Kilo 62 Cbm. Gas von reichlich der dreifachen Leuchtkraft des Steinkohlengases. Brennmaterialverbrauch und Arbeitslöhne sind geringer als bei der liegenden Retorte; durch die gleiche Temp-

ratur und die geringen Coakmengen, die sich in ihr absetzen, ist die Retorte von grosser Dauerhaftigkeit. —

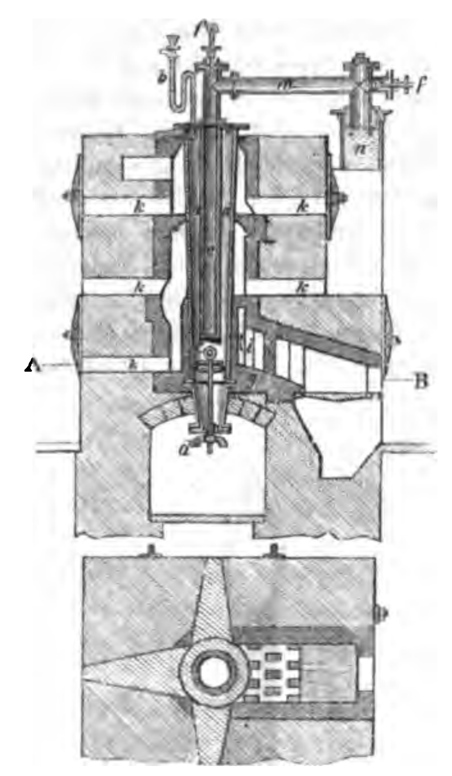


Fig. 208.

Das Oelgas hat eine wesentlich andere Zusammensetzung als das Steinkohlengas:

Bestandtheile	Oelgas	Gas aus Petroleum-rückständen
Elayl und Homologe . .	22,5%	17,4%
Sumpfgas	50,3 „	58,3 „
Wasserstoff	7,7 „	24,3 „
Kohlenoxyd	15,5 „	
Stickstoff	4,0 „	

Das spec. Gewicht des Gases beträgt gewöhnlich 0,7. Ist die Hitze bei seiner Darstellung hoch, so fällt es bis zu 0,6, ist sie zu gering, so steigt jenes bis 0,9. Die starke Leuchtkraft des Gases be-

dingt auch 3—4mal geringeren Consum der Oelgasflammen gegenüber den Steinkohlengasflammen. Die Brenneröffnungen sind in der Regel so eingerichtet, dass bei einem Druck von 0,03 Meter pro Stunde 20—25 Liter Gas consumirt werden; die Einloch-Schnitt- und Argandbrenner sind zumeist aus Speckstein hergestellt. In technischen Laboratorien kommt man mitunter in die Lage zu chemischen Arbeiten mit Oelgas sich der BUNSEN'schen Brenner bedienen zu müssen und macht die Beobachtung, dass durch die gewöhnliche Luftmischung die Leuchtkraft der kohlenstoffreichen Kohlenwasserstoffe nicht ganz aufgehoben wird. Die zu erhitzenden Gefässe beschlagen sich mit Russ und die unvollkommene Verbrennung giebt Veranlassung zur Acetylenbildung, wodurch die Zimmerluft erheblich verschlechtert wird. Der Verfasser begegnete diesem Uebelstand durch Construction beistehenden Heiz- und Kochapparates Fig. 209. Die Totalhöhe ist gleich der bei



Fig. 209.

BUNSEN'schen Brennern mit Schornstein. Das innere Rohr a ist zur Hälfte mit einem Gewinde versehen, auf dem sich ein Kranz mit drei Armen auf und nieder bewegt; letztere sind an dem conischen Theil des äusseren Schornsteins b festgelöthet. Derselbe hat an der Basis

einen geschliffenen Rand c, der sich genau auf den ebenen Fuss d aufsetzen kann; die erste Luftmischung des von e her einströmenden Oelgases findet in a durch drei Löcher f statt und die Mischung vollendet sich in b, so dass bei richtiger, leicht zu handhabender Stellung vom äusseren Mantel oberhalb b eine rein blaue Flamme erscheint; der einzige Uebelstand des Brenners ist, dass er bei bewegter Zimmerluft herunterschlägt, also leuchtend bei g brennt. In Bezug auf Heizkraft kommt dieser Brenner bei richtiger Wahl der Verhältnisse dem Bunsen'schen sehr nahe.

Comprimirtes Gas. Die von dem Franzosen D. Gordon schon 1819 angeregte Idee, Gas aus Bogheadkohle zu comprimiren hat der Gasmesserfabrikant J. Pintsch in Berlin neuerdings für das Oelgas aus Braunkohlentheerölen wieder aufgegriffen und durch unermüdlichen Eifer mit Ueberwindung vieler technischen Schwierigkeiten zur Erleuchtung von Eisenbahnwaggons zunächt auf der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn verwendet. Wie Payen vom Bogheadgas beschreibt, wendet Pintsch verzinnte, schmiedeeiserne Cylinder an, um das auf 6 Atmosphären comprimirte Oelgas aufzubewahren. Die Cylinder sind unter den einzelnen Waggons befestigt; zum Füllen mit comprimirtem Gas werden diese auf einem Nebengeleise einem Gas von 10 Atmosphärendruck haltenden grösseren Kessel genähert, welcher mit einem langen, horizontalliegenden Rohr in Verbindung steht, das in entsprechenden Entfernungen für sämmtliche zu einem Zuge gehörenden Waggons Abzweigungen besitzt. Durch Kuppeln dieser mit den Recipienten und durch Oeffnen der Hähne geschieht die Ueberfüllung des Gases in kurzer Zeit. Von den Recipienten fliesst das Gas durch 0,015 Meter starke Röhren nach einem empfindlichen Regulator, der den Druck von 6 Atmosphären auf 0,030 Meter Wassersäule ohne Zittern der Flammen vermindert und von hier durch 0,007 Meter weite Rohre nach den Brennern, die 20—25 Liter Gas pro Stunde consumiren. Ein Recipient liefert Gas für eine Tour von Berlin nach Wien und zurück oder von Berlin nach Frankfurt und zurück. Die Einrichtung pro Waggon kostet 600 Mark, für Rüböl 123 Mark, die Beleuchtung mit Gas pro Flamme und Stunde 2,5 Pf., mit dem bisher üblichen Oel 6,125 Pf. Die Unterhaltungskosten betragen pro Flamme und Stunde bei Gas 0,123 Pf., bei Oel 1,7 Pf. Die Ersparniss bei Gaseinrichtung beträgt daher pro Flamme und Stunde 5,2 Pf. Das Calcül ergiebt ferner eine völlige Deckung der jährlichen Zinsen und Mehrkosten für Gas bei 330 Waggons in drei Monaten. Es ist unzweifelhaft, dass intelligente Bahnverwaltungen von diesem Fortschritt Nutzen ziehen werden und damit die Oelgasfabrikation erneuten Aufschwung nimmt.

14. Leuchtgas aus andern Rohmaterialien.

Mit mehr oder weniger Erfolg erzeugt man ein dem Oelgas ähnliches Product aus Boghead-Cannelkohle, bituminösen Schiefer, Swinter — d. i. der Fettrückstand der Woll- und Seidenwäschereien — Kreosotölen und Harz. Das Harzgas ist sehr naphtalinhaltig und daher besonders geeignet zu Betriebsstörungen Anlass zu geben. Kreosotöle erzeugen ebenfalls viel Naphtalin bei der Vergasung und geben allgemein wenig Gas; man findet die käuflichen Petroleumrückstände und Paraffinöle in unlauterer Absicht mit diesen Körpern oft bis zu 50 pCt. vermischt und erkennt sie leicht an ihrer Löslichkeit in Natriumhydroxyd. —

Von untergeordneter Wichtigkeit für die Gastechnik sind die bis jetzt angestellten grösseren wie kleineren Versuche aus Braunkohle und Torf Leuchtgas zu bereiten. Holzgasbeleuchtung hingegen hat da gewisse Bedeutung erlangt, wo der Bezug geeigneten Rohmaterials lucrativ erscheint. Indess spricht neuesten Datums gegen einen fortschreitenden Einfluss des Holzgases, dass einzelne Städte, welche dasselbe eingeführt hatten, bereits zur Steinkohle als Rohmaterial übergegangen sind. Seine sonstigen Vorzüge dürften wohl im Allgemeinen dadurch paralysirt werden, dass es, selbst nach der verbesserten Methode von PETTENKOFER bereitet, noch 18—25 pCt. Kohlensäure enthält, die bis jetzt durch Calciumhydroxyd entfernt werden. Bedenkt man, dass dies Material sich nur einmal zur Reinigung verwenden lässt, so kann der schwankende Preis dieses Reinigungsmittels sowie der Anschluss eines wälderreichen Districtes an den Welthandel durch das sich stets vergrössernde Eisenbahnnetz leicht kritisch für eine ganze Holzgasanstalt werden. —

15. Carburation des Leuchtgases.

Die Carburation des Leuchtgases, d. i. die Beladung desselben mit leichtflüchtigen Kohlenwasserstoffen zu ermöglichen und im Grossen lebensfähig zu gestalten ist seit langer Zeit ein Steckenpferd der Franzosen gewesen. In den letzten Jahren hat einer ihrer Landleute Herr TESSIE DU MOTAY unter Hinzuziehung von Sauerstoff aus carburirtem, resp. fettgemachtem Steinkohlengas oder aus Oelgas besondere Nutzanwendungen zu ziehen gesucht und bei hervorragenden deutschen Gasfachmännern Interesse für seine im Elisabethbahnhofe zu Wien in grossem Maasstabe ausgeführten Versuche hervorgerufen. TESSIE DE MOTAY verbrennt nämlich carburirtes Steinkohlengas, Bogheadgas oder Oelgas in besonders construirten Brennervorrichtungen, die den gleichzeitig zuströmenden Sauerstoff in rationeller Weise an der

Verbrennung betheiligen lassen; unter grossem Lichteffect ist namentlich der erwähnte Bahnhof während der Weltausstellung daselbst höchst glänzend und günstig für die neue Methode * dadurch beleuchtet worden, dass man den Abfahrtsperron mit halb so viel Fettgas Sauerstoffflammen, als den Ankunftsperron, der nur Fettgasflammen besass, erhellte. Obgleich das reine Fettgas 24 Kerzen stark war, konnte man beobachten, wie seine Flammen sowie die Wandarme durch das intensive Sauerstofflicht des anderen Perrons einen Schatten an der hellen Wand erzeugten.

Das erforderliche Sauerstoffgas bereitet TESSIE DU MOTAY in eisernen Retorten aus Kaliumhydroxyd und Manganhyperoxyd in folgender Weise: dem in Wasser gelösten Kaliumhydroxyd fügt man das Manganhyperoxyd zu, vermischt zur Verhinderung des Schmelzens mit Kupferoxyd und verdampft unter stetem Umrühren in eisernen Schaalen zur Trockne. Die poröse Masse erhitzt man in den Retorten auf 450° C. Durch eine von 10 zu 10 Minuten selbstthätige Umschaltung tritt durch ein auf dem Boden der Retorte liegendes durchlöchertes Rohr einmal von Kohlensäure befreite Luft ein und bewirkt Ueberführung in Kaliummanganat und Wasser nach der Formel:

$$KO, HO + MnO^2 + O = KO, MnO^3 + HO,$$

oder:

$$2 \left.\begin{matrix} K \\ H \end{matrix}\right\} O + MnO^2 + O = \left.\begin{matrix} MnO^2 \\ K^2 \end{matrix}\right\} O^2 + H^2O$$

darauf wirkt die Umschaltung derartig, dass Dampf von ²/₃ Atmosphären Spannung durch dasselbe durchlöcherte Rohr einströmt und Desoxydation unter Sauerstoffentbindung hervorruft nach folgender Formel:

$$2\,KO, MnO^3 + 2\,HO = 2\,KO, HO + Mn^2O^3 + 3\,O$$

oder:

$$2 \left.\begin{matrix} MnO^2 \\ K^2 \end{matrix}\right\} O^2 + 2\,H^2O = 4 \left.\begin{matrix} K \\ H \end{matrix}\right\} O + Mn^2O^3 + 3\,O.$$

Das Kaliumhydroxyd und Mangansesquioxyd wird wieder durch Luft in Kaliummanganat verwandelt etc., kann somit Jahre lang nutzbar bleiben. Der mit Wasserdampf beladene Sauerstoff tritt von der Retorte in Condensationsvorrichtungen, die ihn zum grossen Theil von Wasser befreien und wird sodann nach Behältern geführt, um ihn von hier zur weiteren Vertheilung gelangen lassen. 50 Kilo Masse liefern 5 Cbm. Sauerstoff, eine Retorte in 24 Stunden 28—34 Cbm.

In anderer, nicht minder ingenieuser Weise stellt MALLET Sauer-

* Nach übereinstimmender Aussage zweier Autoritäten vom Gasfach.

stoffgas aus der Atmosphäre dar, indem er aus der verschiedenen Löslichkeit des Sauerstoffs und Stickstoffs im Wasser Nutzanwendung macht. Aus in Wasser gepresster Luft lässt er nämlich den Stickstoff angereichert entweichen und sammelt das sauerstoffreichere Gemisch dadurch gesondert auf, dass er den Druck wegnimmt. Dieselbe Operation wird mit dem Gasgemisch wiederholt und liefert nach acht Pressungen unter entsprechender Volumverringerung ein Gas von 97 pCt. Sauerstoffgehalt. Wie hierbei der Stickstoff ab- und der Sauerstoff zunimmt, zeigt folgende Zusammenstellung:

Nummer der Pressung.

	Luft	1	2	3	4	5	6	7	8
Stickstoff . .	79	66,67	52,5	37,5	25	15	9	5	2,7
Sauerstoff . .	21	33,33	47,5	62,5	75	85	91	95	97,3

Der nach der einen oder anderen Weise dargestellte Sauerstoff wird in besonderen Röhren nach den Stellen geleitet, wo die Verbrennung des kohlenstoffreichen Gases in Schnittbrennern, von Speckstein gearbeitet, stattfindet. Fig. 210 stellt einen solchen Brenner dar. Die Platte a a, welche den hohlen, mit Sauerstoff erfüllten Metallkegel b

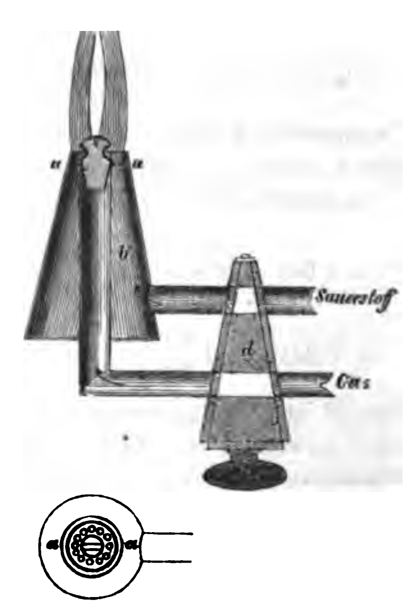


Fig. 210.

nach oben schliesst, enthält einen Kranz feiner Löcher, aus denen der Sauerstoff, ähnlich wie Leuchtgas beim Argandbrenner, in Form eines

Gascylinders in die Höhe steigt, in welchem nun das aus c strömende Oelgas mit glänzend weissem Licht zur Verbrennung gelangt. Der Zufluss beider Gasarten geschieht, wie ersichtlich, durch einen Hahn d, um dadurch schnell und sicher beide Gase im richtigen Volumverhältniss zuströmen zu lassen. Dies ist so bemessen, dass 60 Liter Oelgas mit 30 Liter Sauerstoff pro Stunde verbrannt ein Licht liefern, welches 18 Wallrathkerzen oder 150 Liter Steinkohlengas repräsentirt.

Obgleich diese Beleuchtungsmethode für eine ganze Stadt sich schwerlich wird einführen lassen, so gewinnt sie doch für solche Zwecke Bedeutung, denen die Intensität oder der Farbenton des gewöhnlichen Gaslichtes nicht genügt. Sie eignet sich zur Beleuchtung bei nächtlichen Operationen, von Monumenten, in Bergwerken, Tunnels und grossen Modewaarengeschäften, bei der Photographie und Mikroskopie, Arbeiten in grosser Meerestiefe etc.

Man kann die Einführung des Sauerstoffs als einen specifischen Fortschritt der Gasindustrie betrachten und ersieht, welchen Einfluss die Chemie Schritt für Schritt auch auf diesen Theil der Technik, der gegenwärtig überwiegend von Jüngern der mechanischen Technologie beherrscht wird, auszuüben beginnt.

F. Tieftrunk.

Register.

H.

I.

K.

L.

M.

N.

Q.

R.

S.

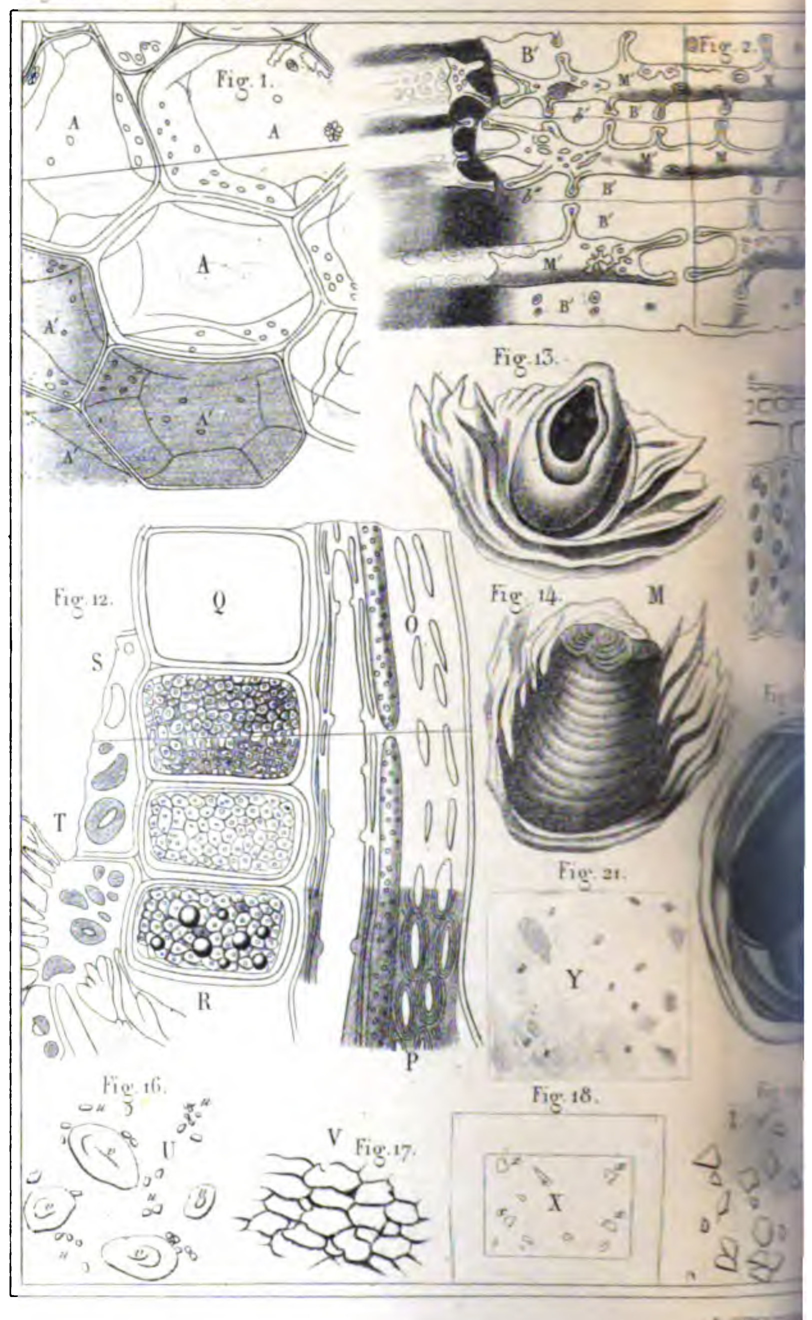
T.

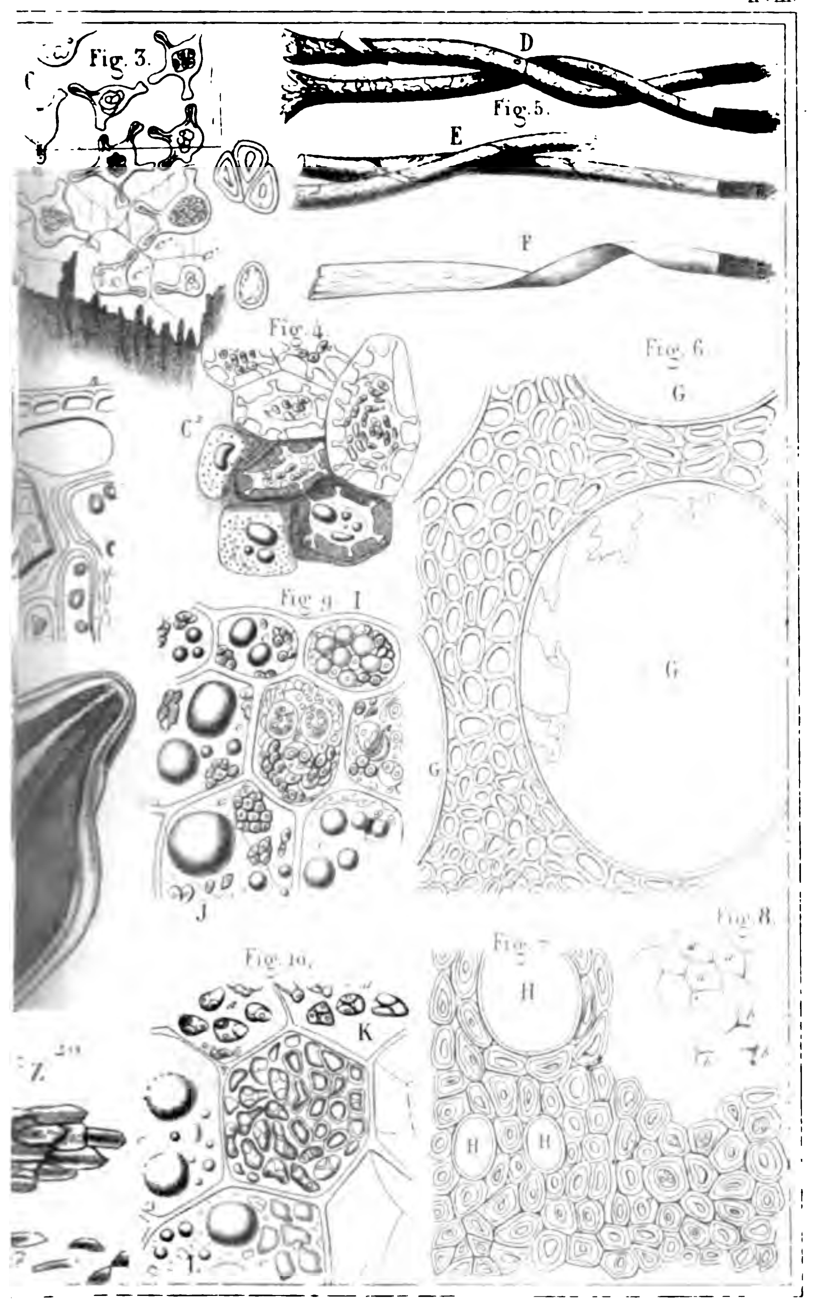
X.

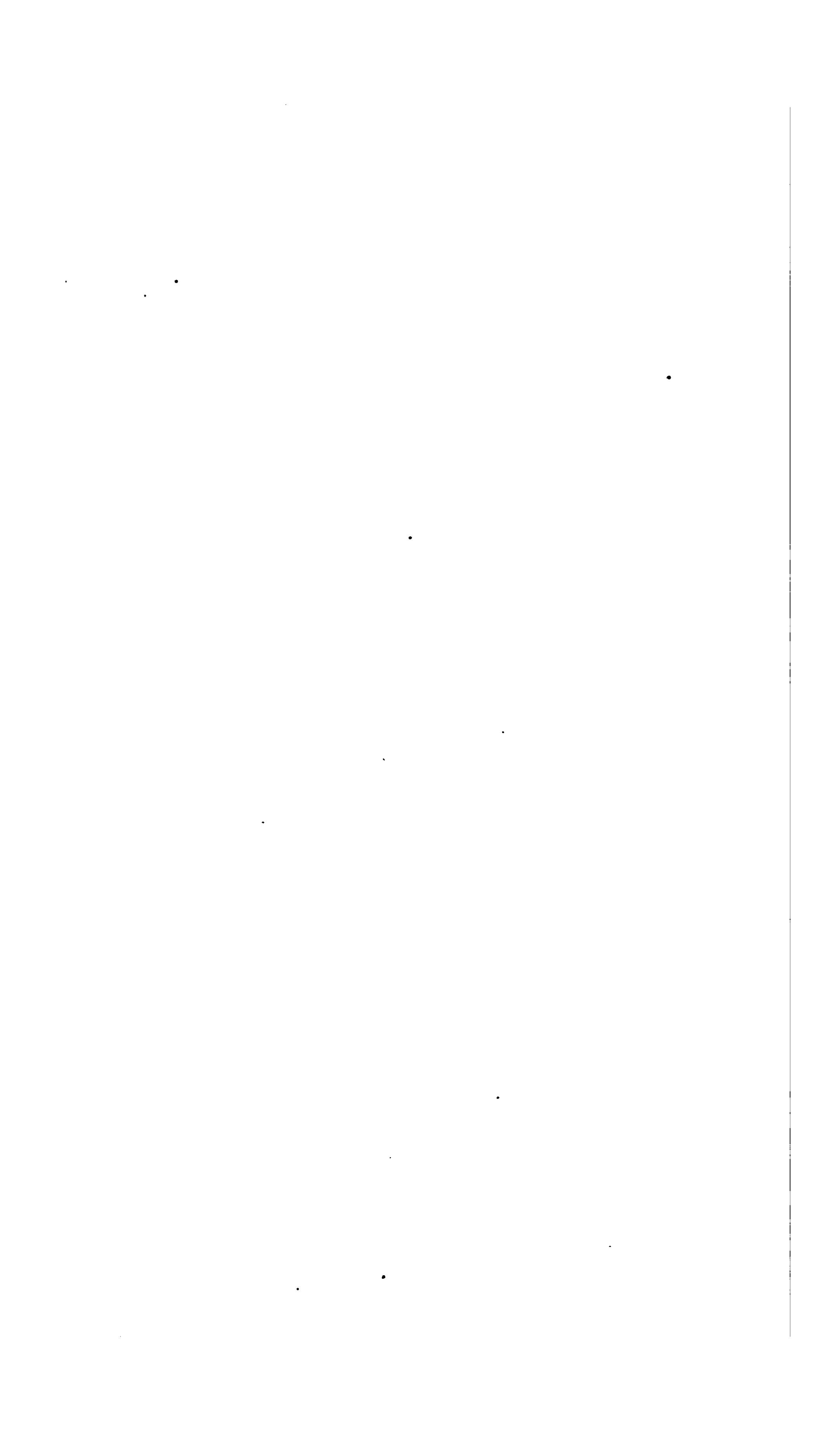
Z.

Druck der E. Schweizerbart'schen Buchdruckerei in Stuttgart.

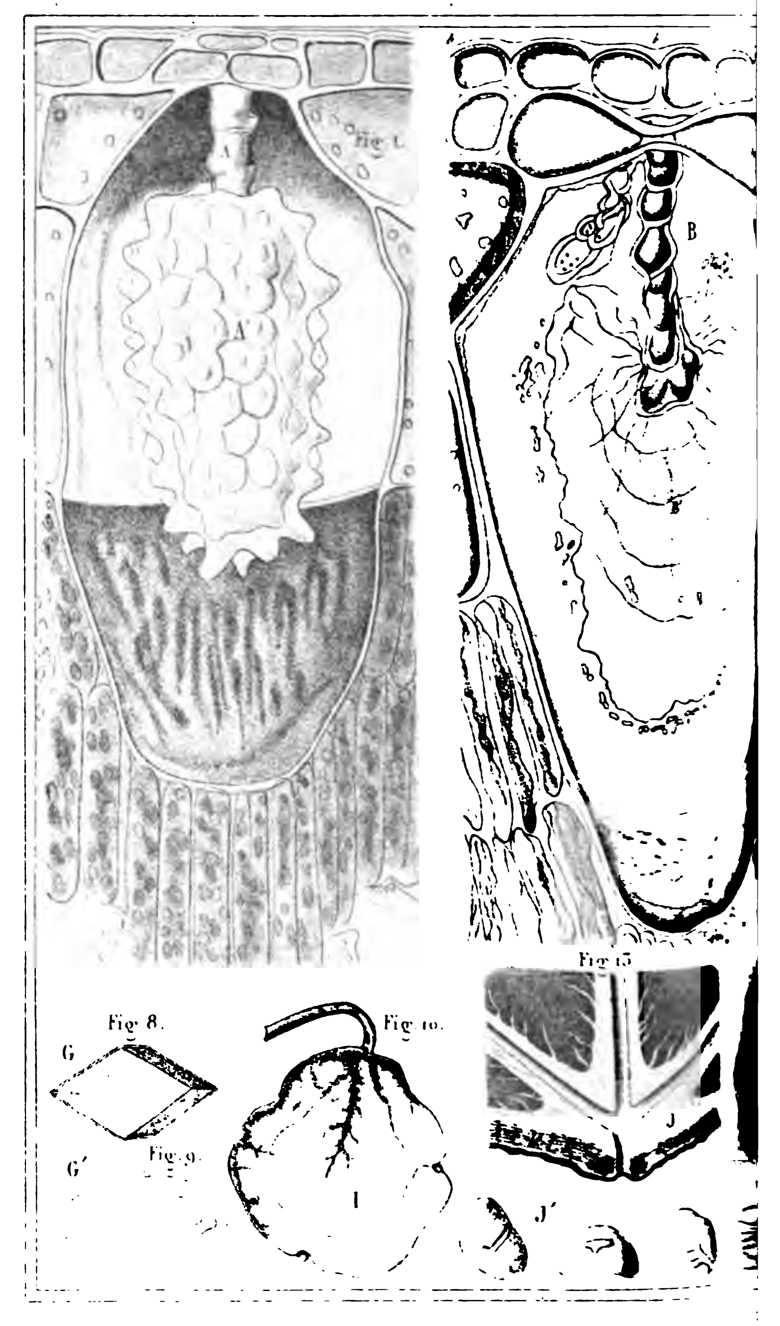


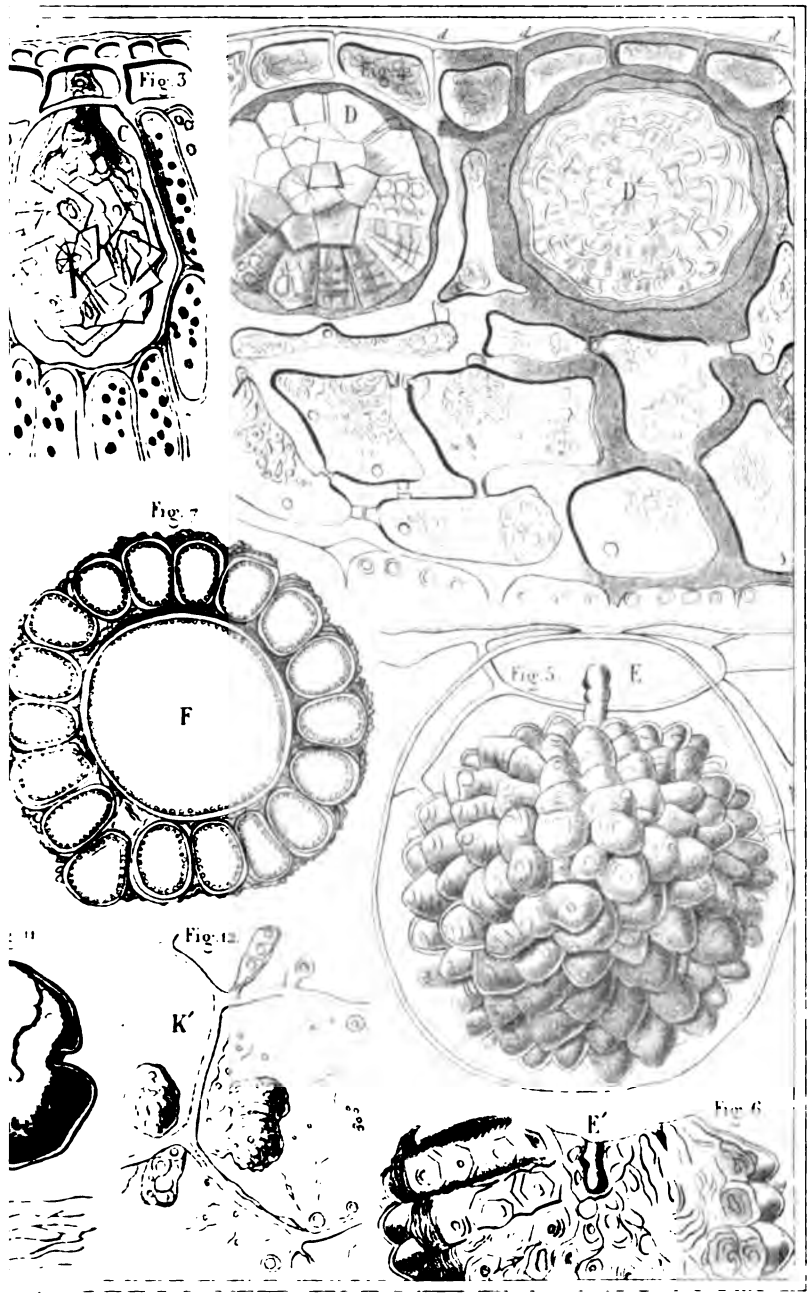

Fig. 1.
A
A
A
A'
A'
A'
B'
M'
B'
b'
B'
M'
b'
B'
B'
M'
B'
Fig. 2.
Fig. 13.
Fig. 12.
Q
O
S
T
R
P
Fig. 14.
M
Fig. 21.
Y
Fig. 16.
U
V
Fig. 17.
Fig. 18.
X

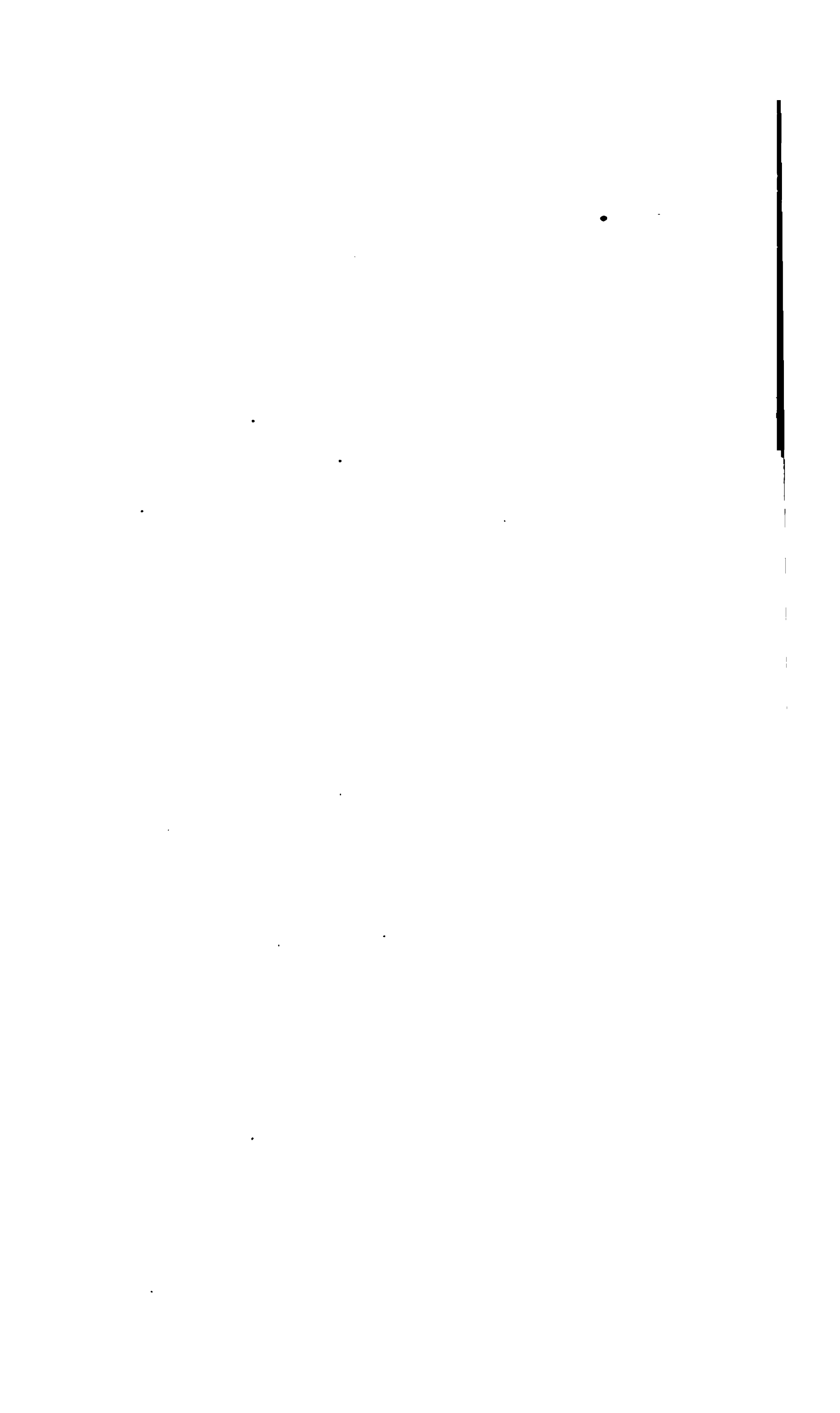

Fig. 3.
C
Fig. 5.
D
E
F
Fig. 4.
C²
Fig. 6.
G
G
G
Fig. 9. I
J
Fig. 10.
K
Fig. 7.
H
H
H
Fig. 8.
Z

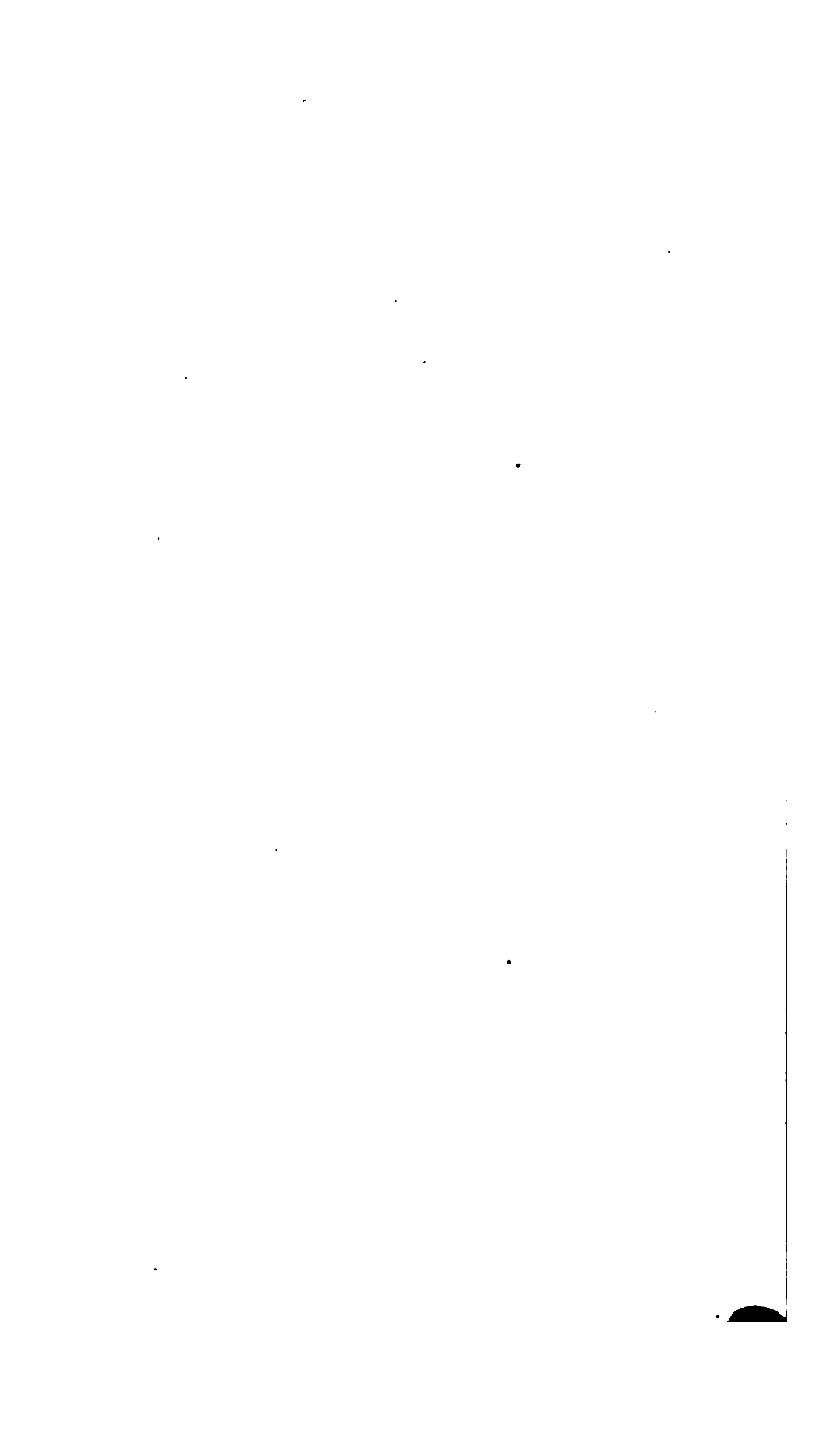


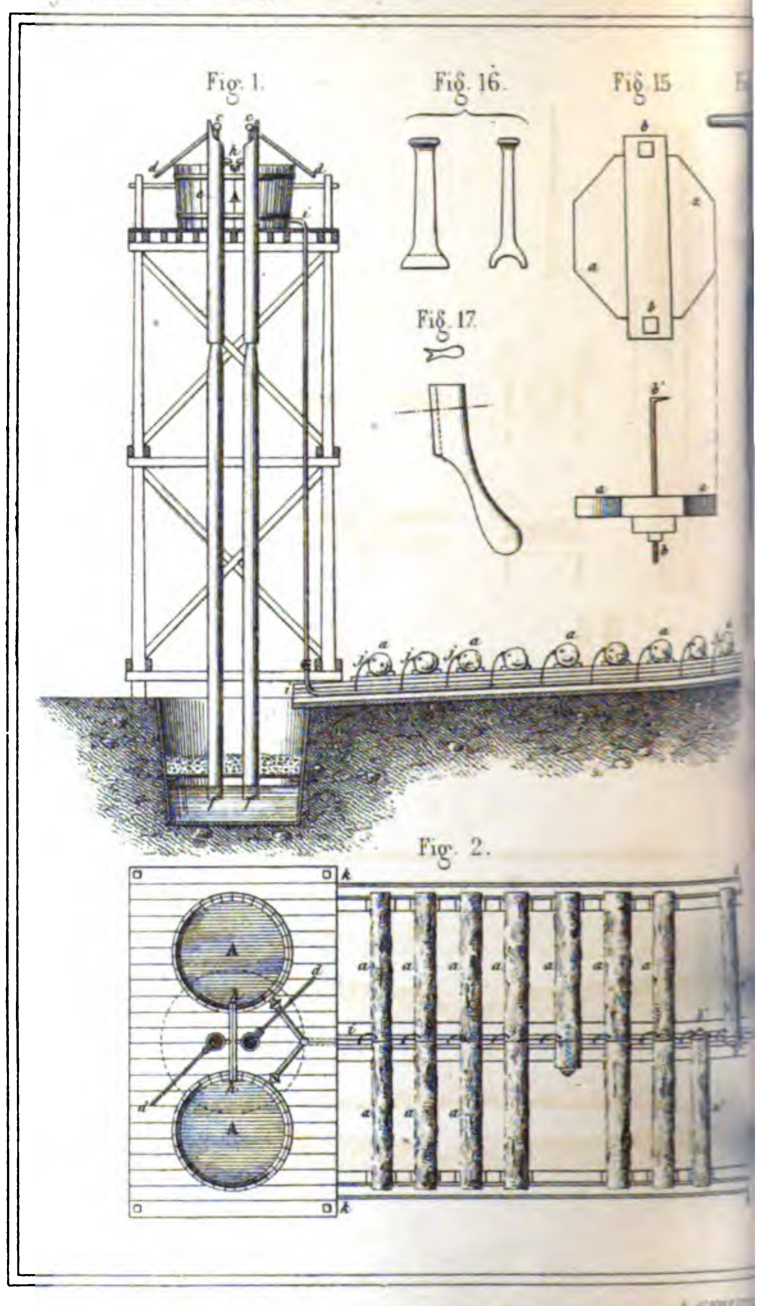


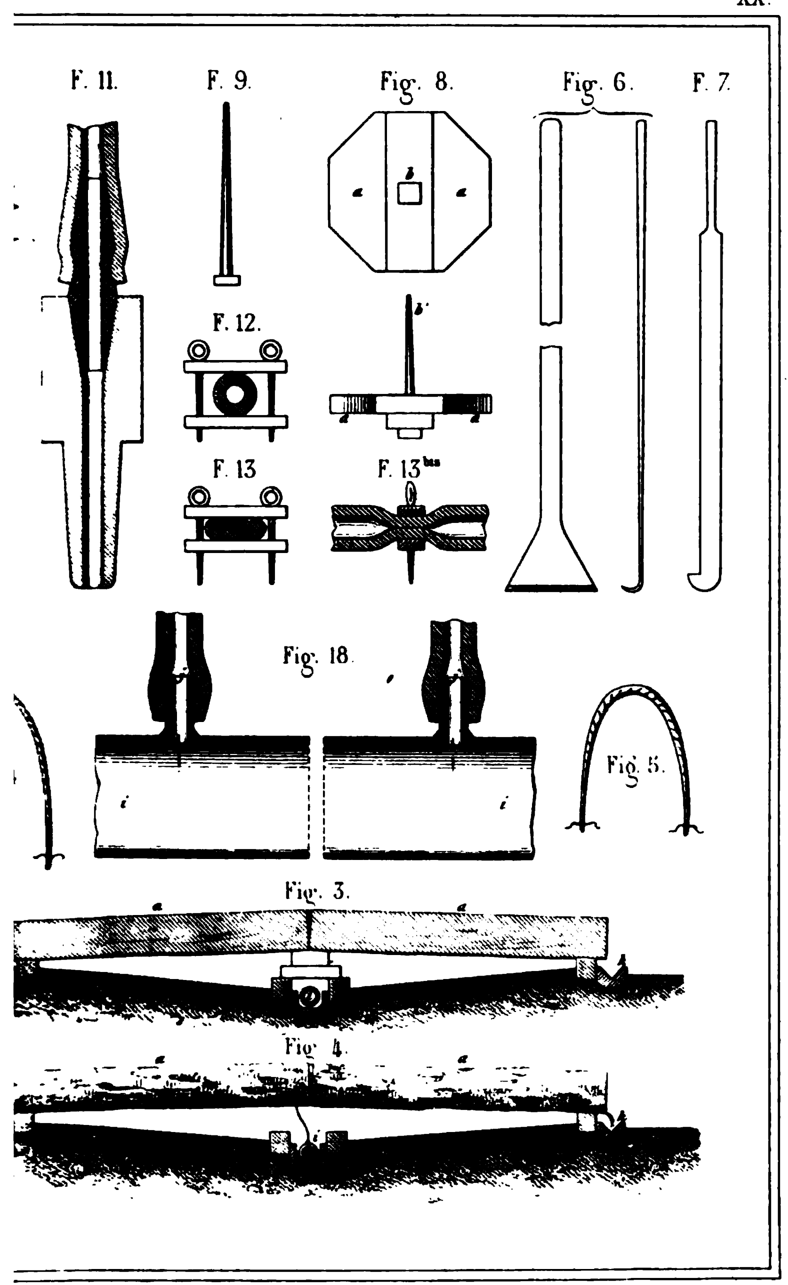

Fig. 8.
G
G'
Fig. 9.
Fig. 10.
I
J
J'
B


Fig. 3
C
D
D'
Fig. 7
F
Fig. 5.
E
Fig. 12
K'
E'
Fig. 6

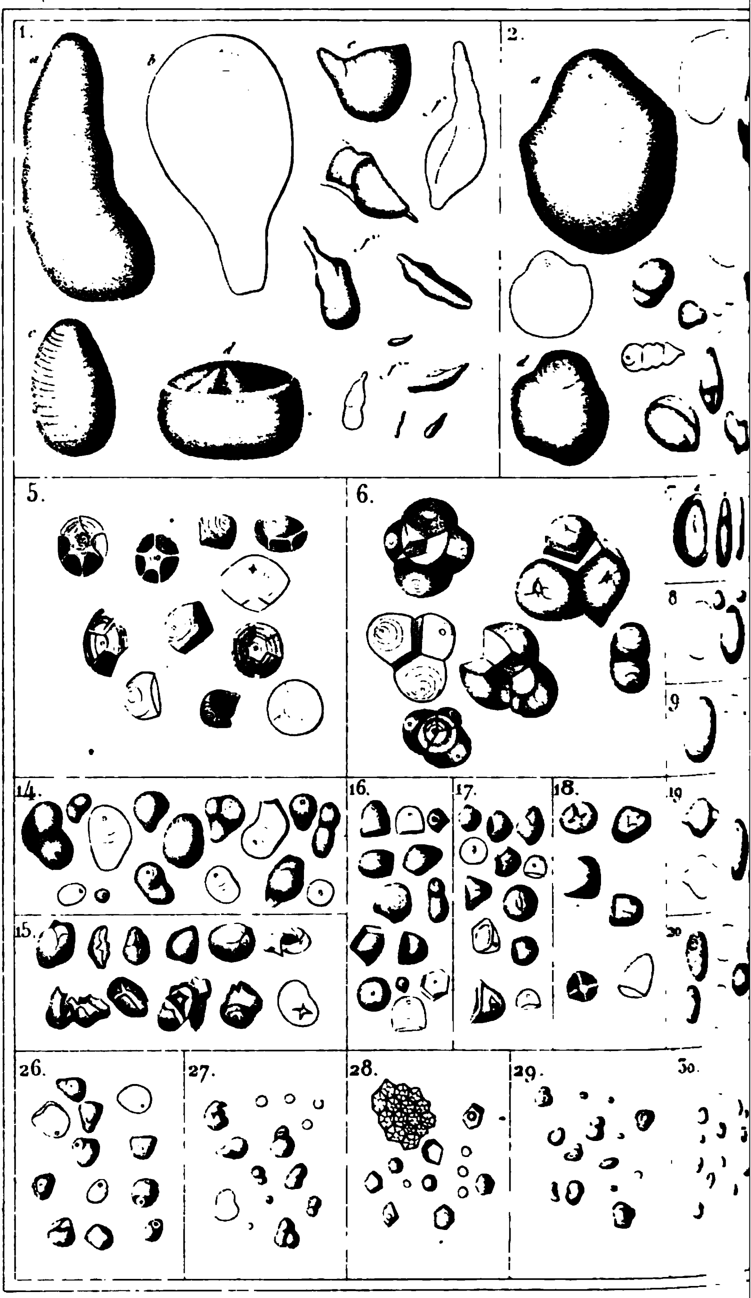


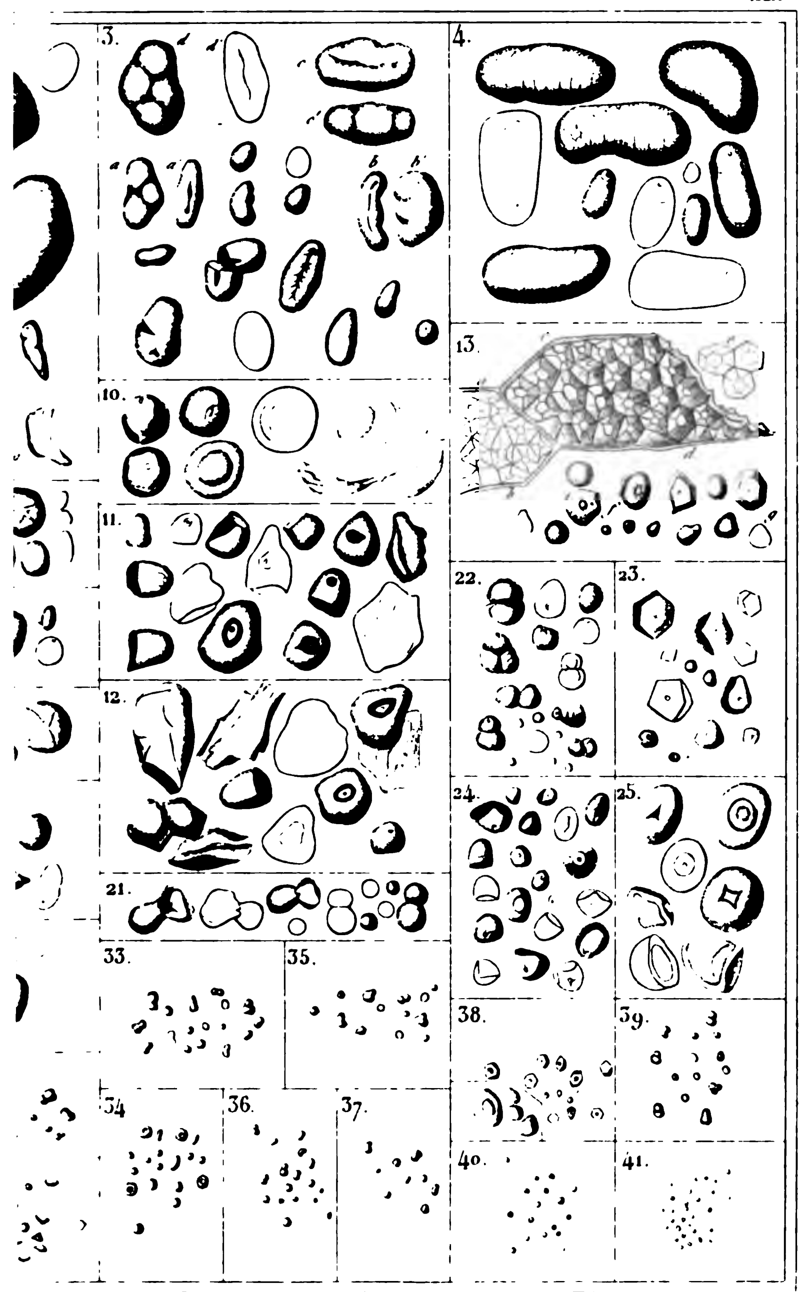


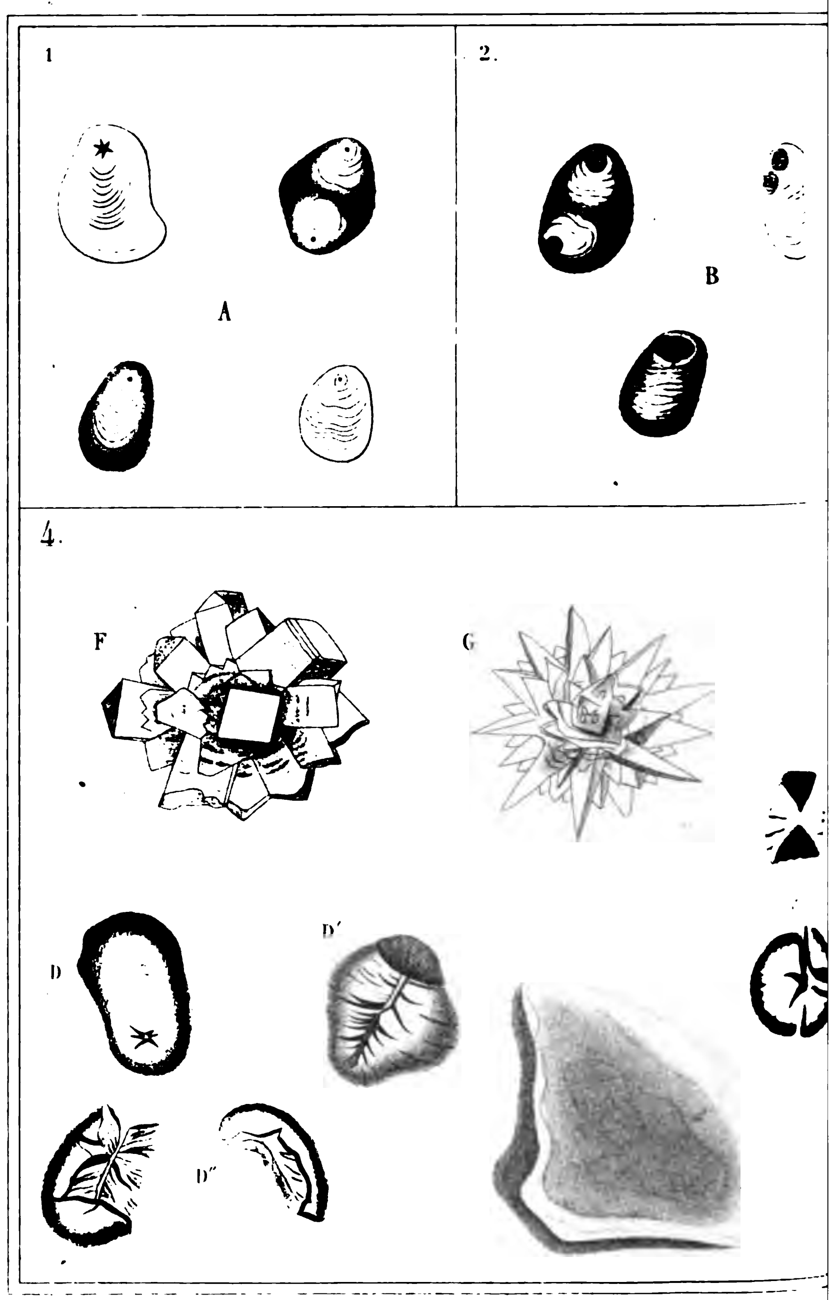

Fig. 1.
Fig. 16.
Fig. 15
Fig. 17.
Fig. 2.

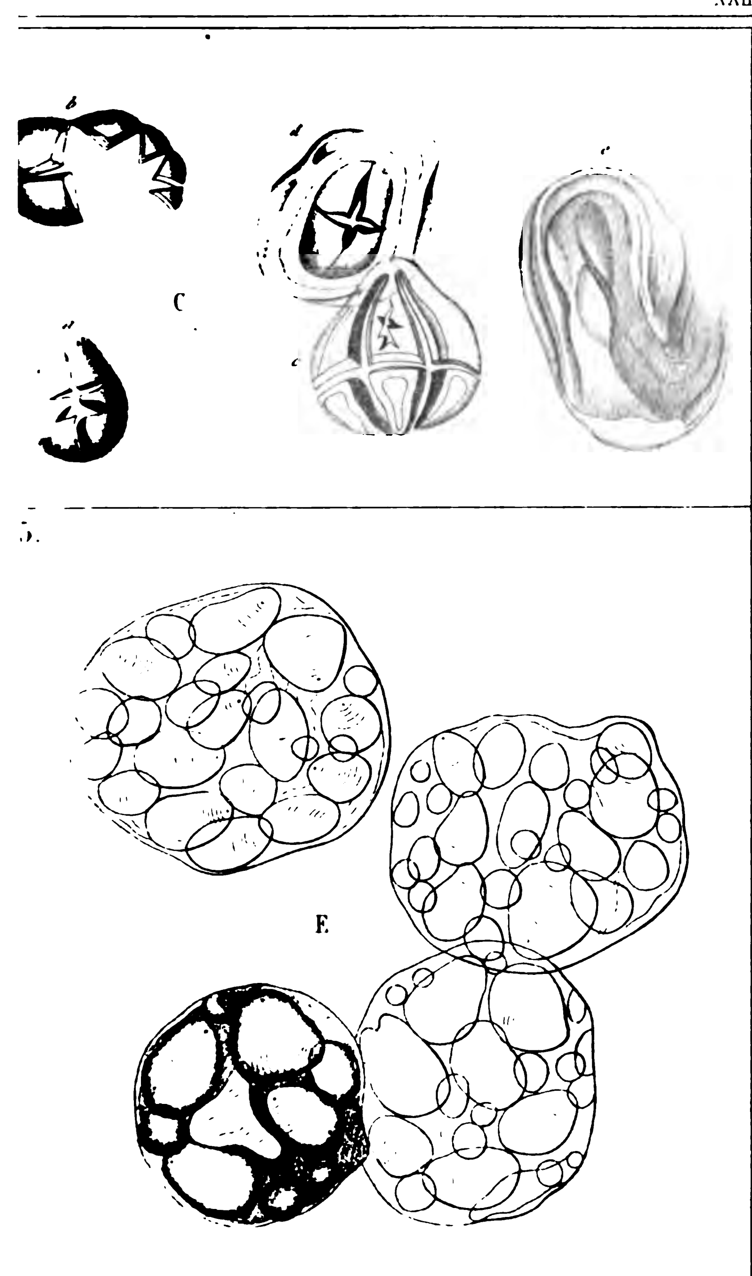

F. 11.
F. 9.
Fig. 8.
Fig. 6.
F. 7.
F. 12.
F. 13
F. 13bis
Fig. 18.
Fig. 5.
Fig. 3.
Fig. 4.

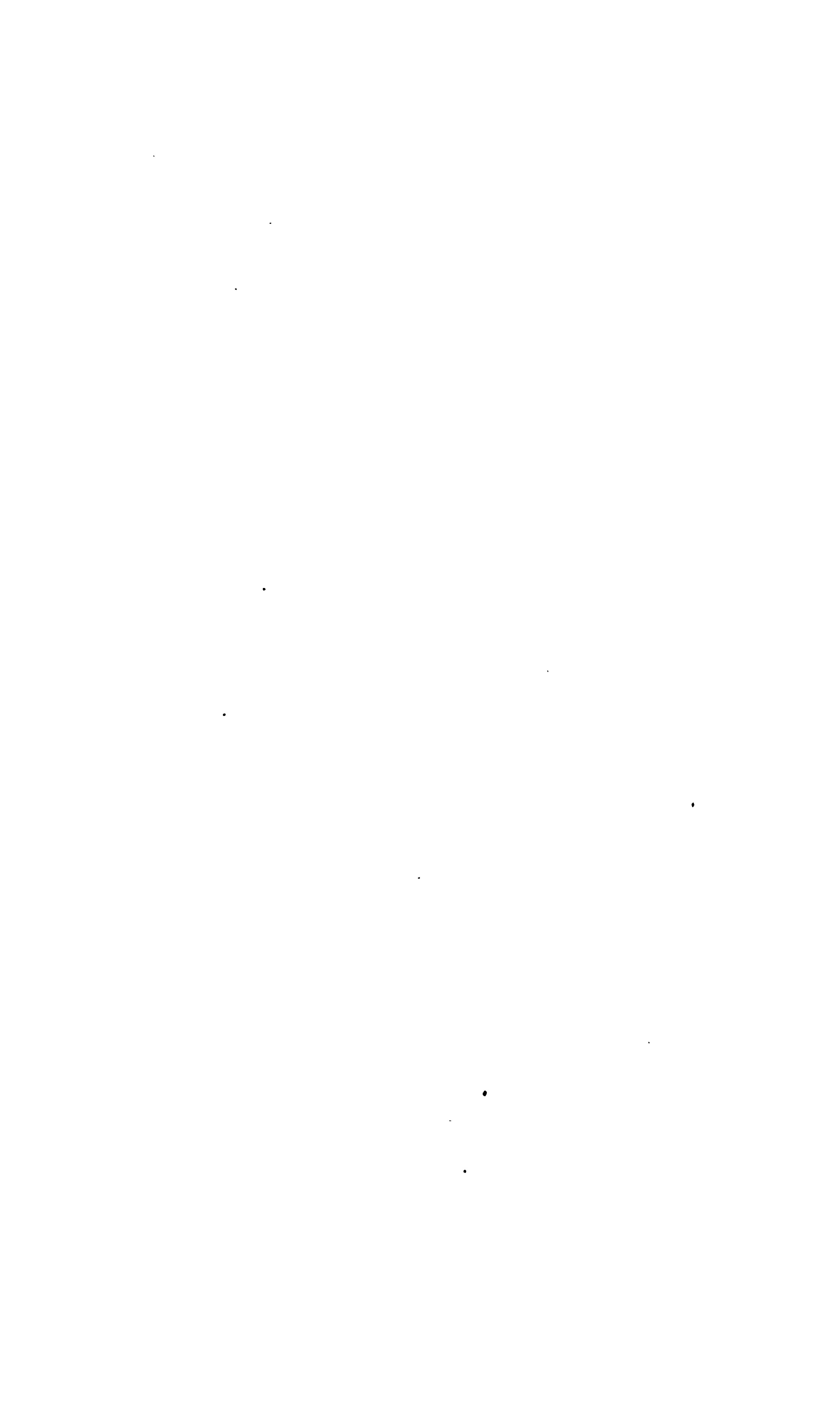


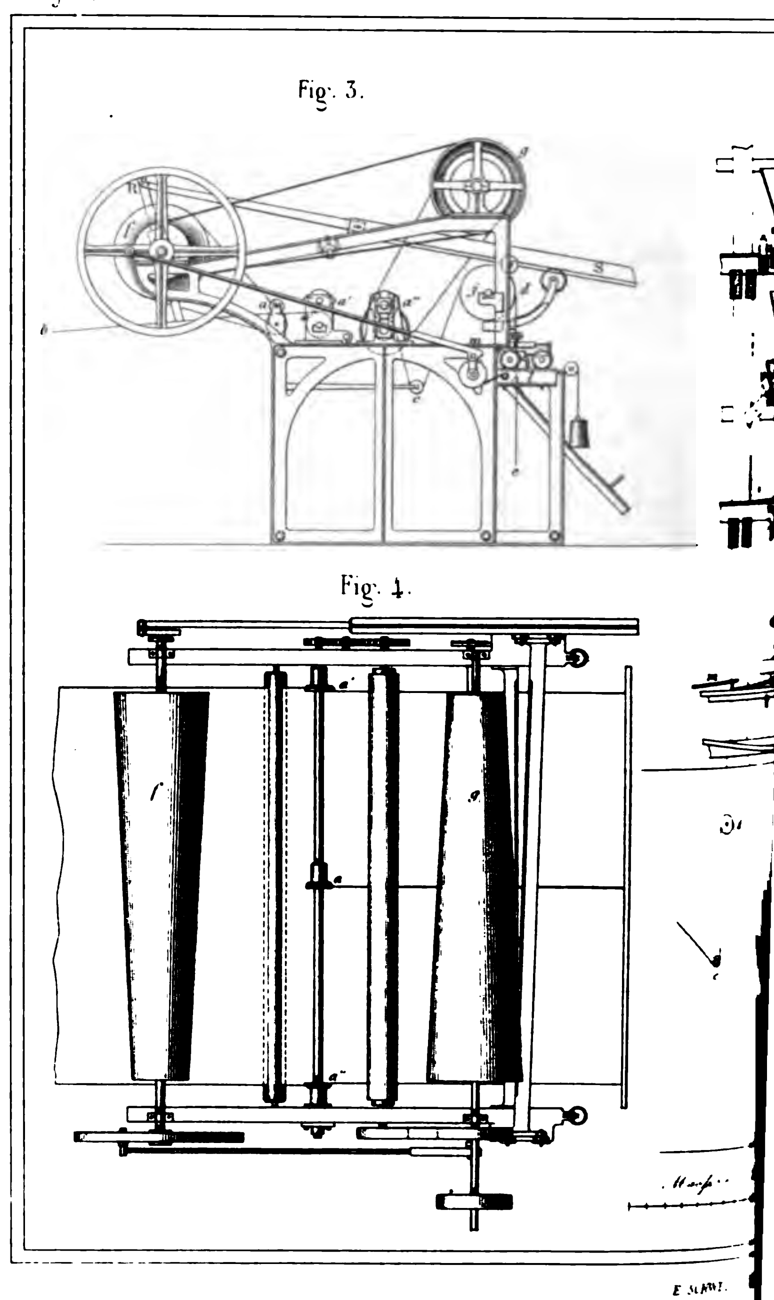

1.
2.
5.
6.
8
9
14.
15.
16.
17.
18.
19
20
26.
27.
28.
29.
30.

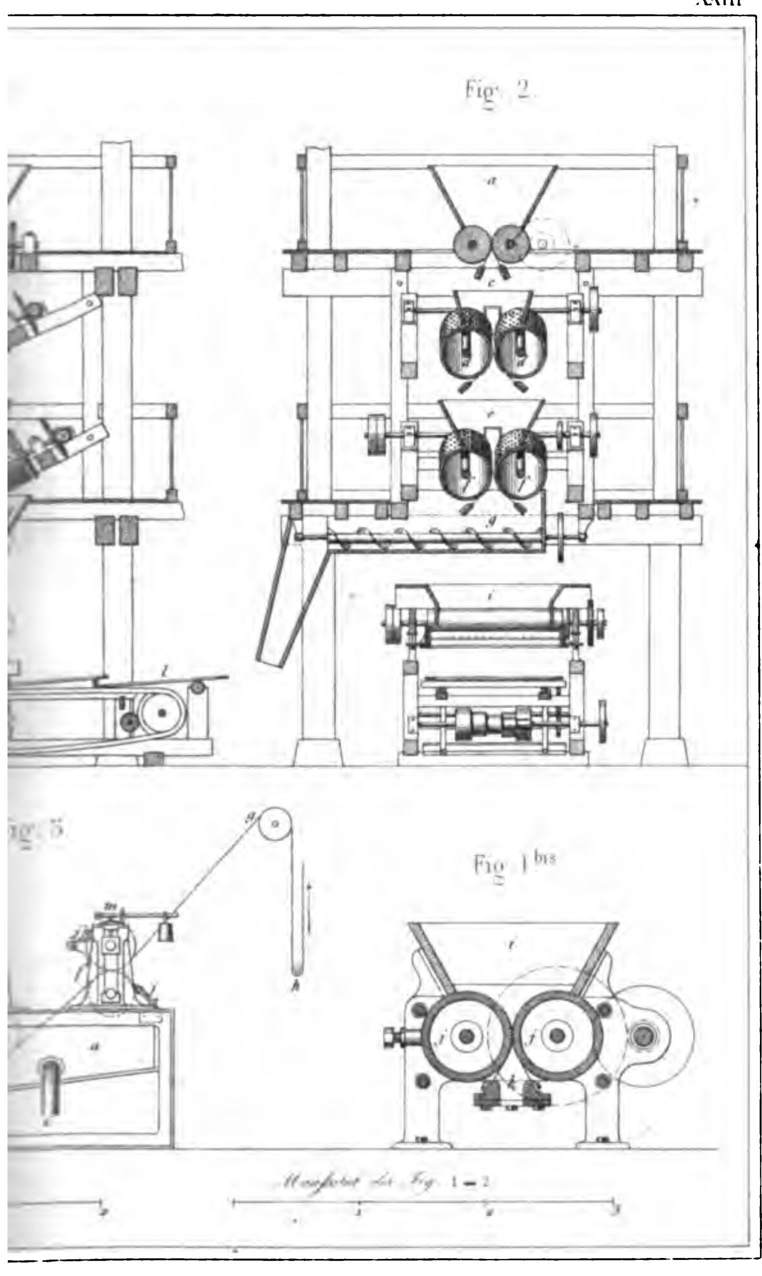

3.
4.
13.
10.
11.
12.
21.
22.
23.
24.
25.
33.
35.
34
36.
37.
38.
39.
40.
41.

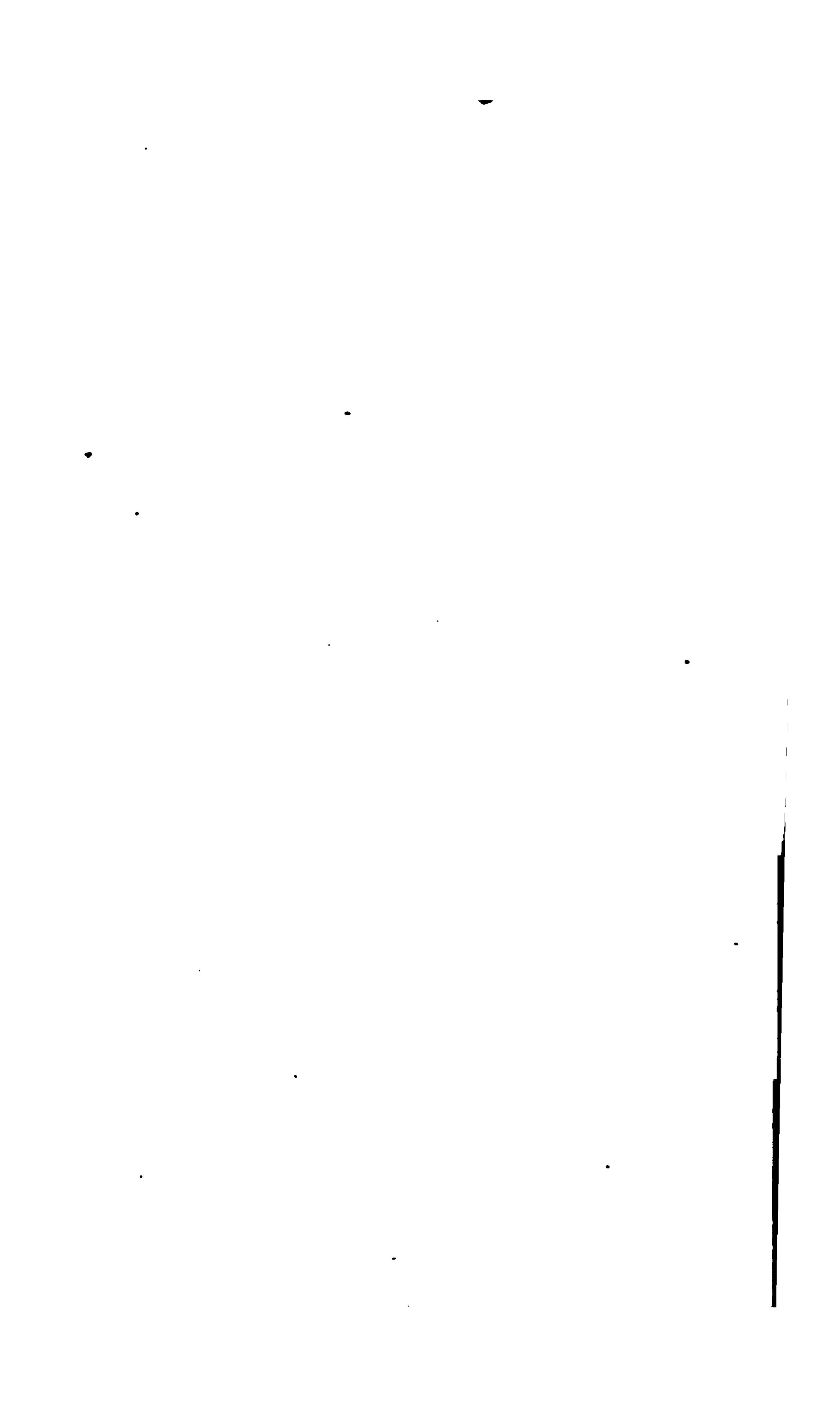

1
2.
A
B
4.
F
G
D
D′
D″

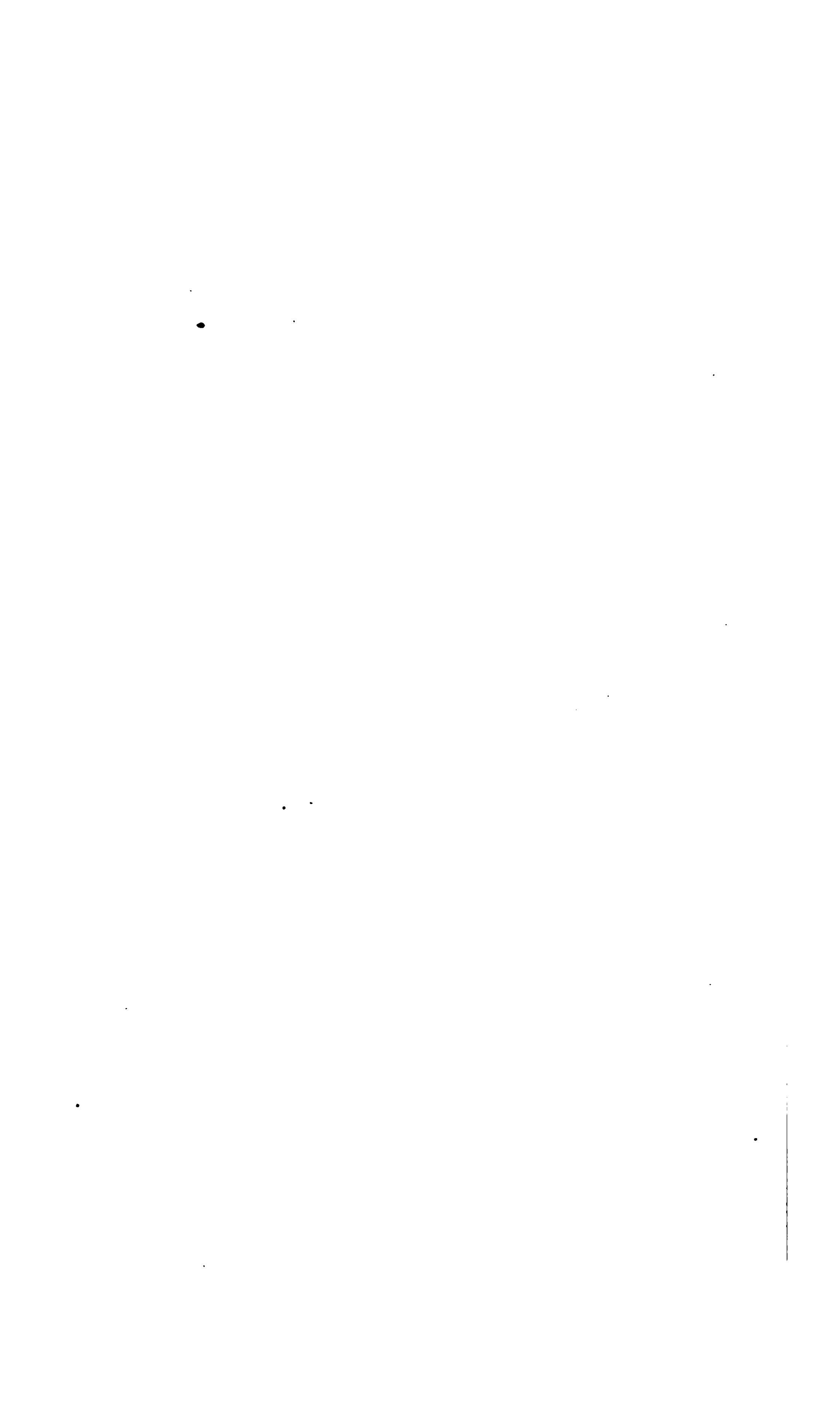

b
d
e
C
a
c
F

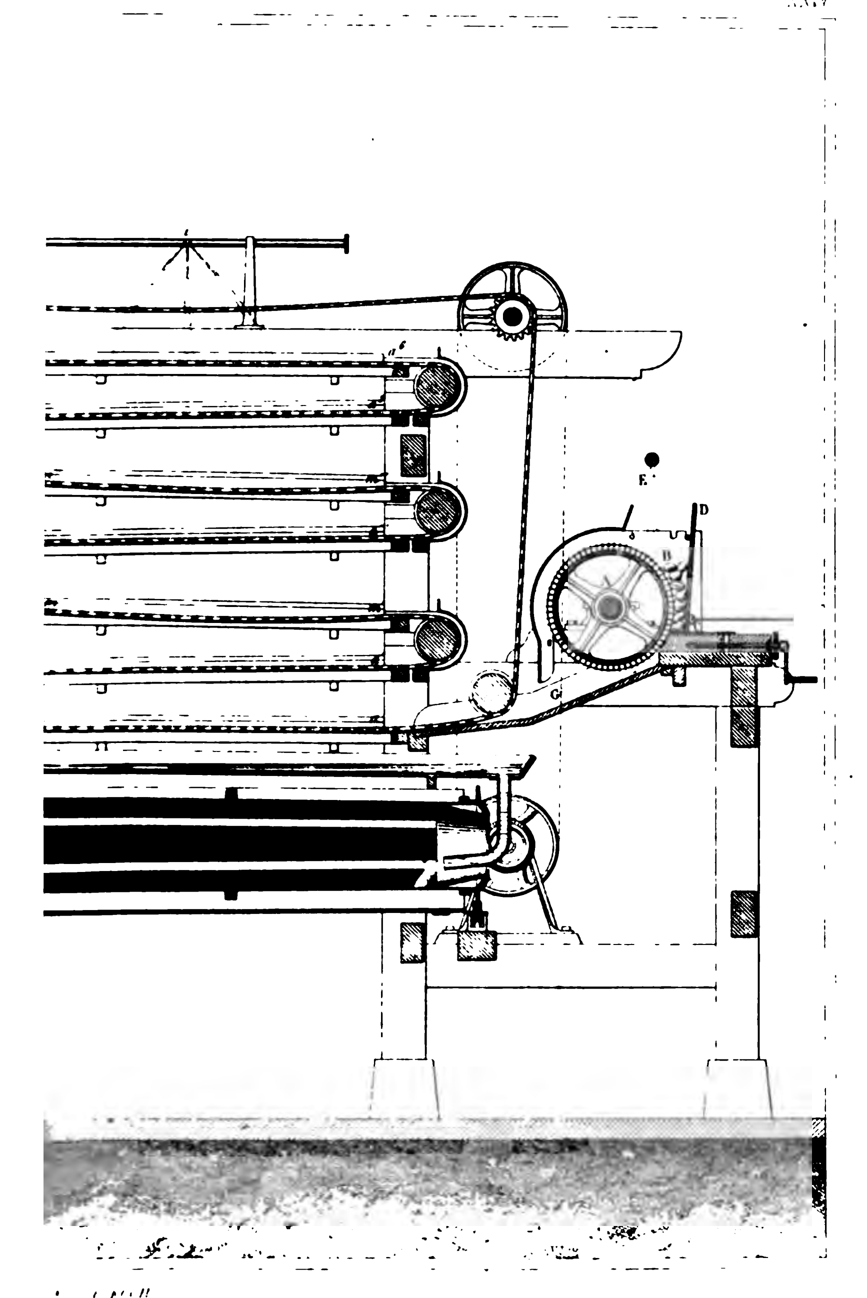



Fig. 3.
Fig. 4.

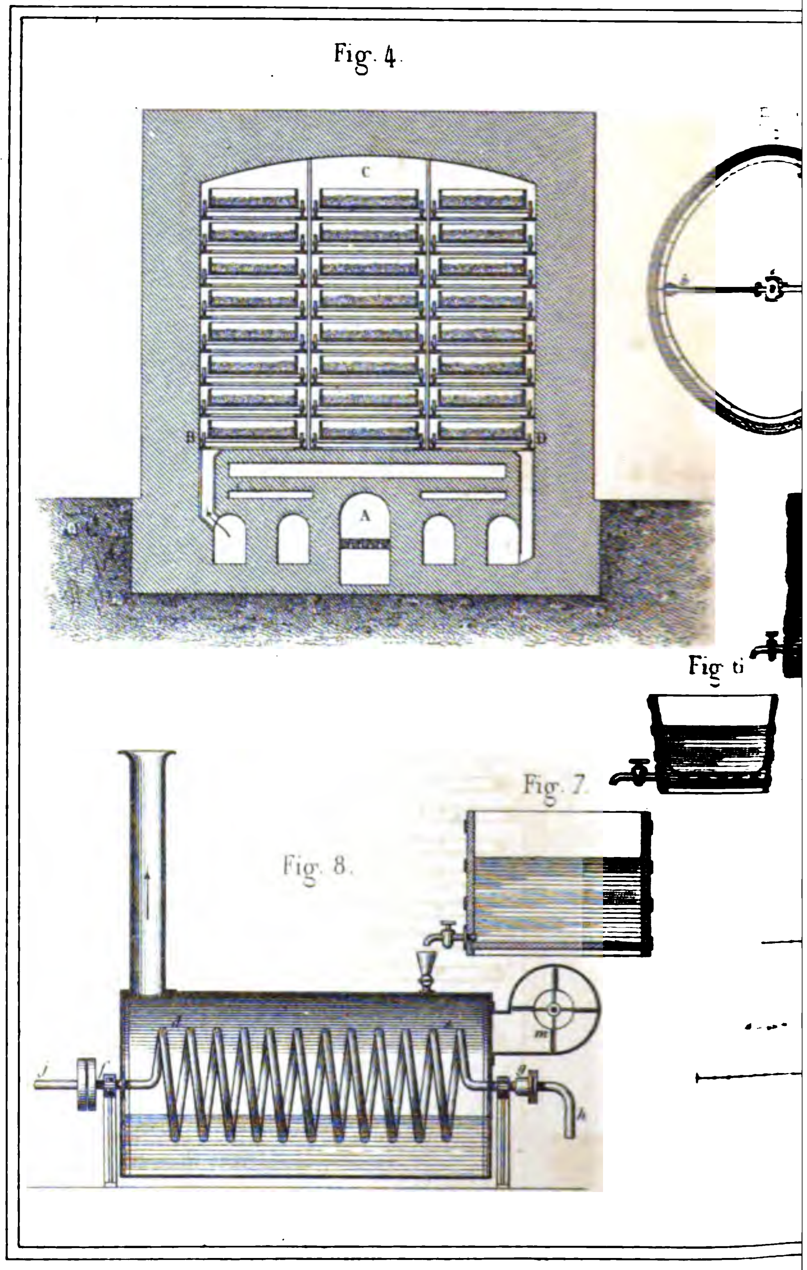

Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 1 bis
Maassstab der Fig. 1 — 2.



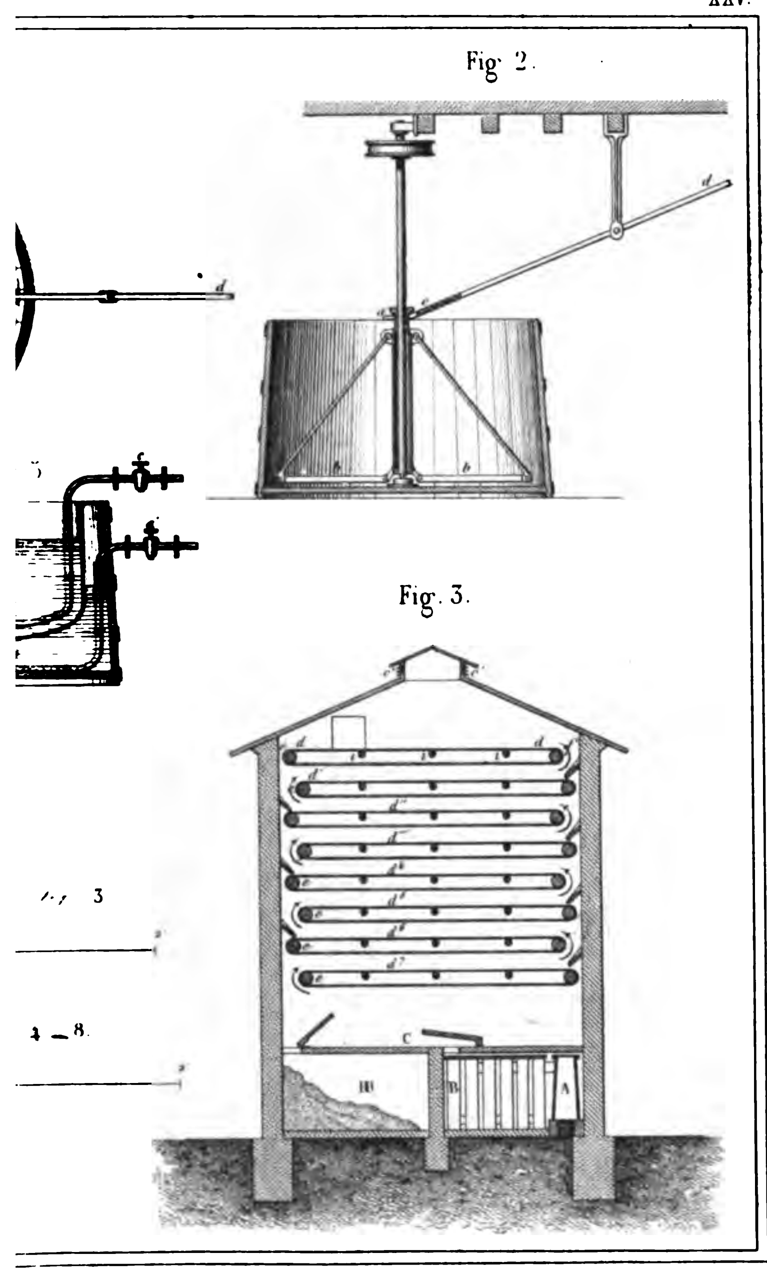


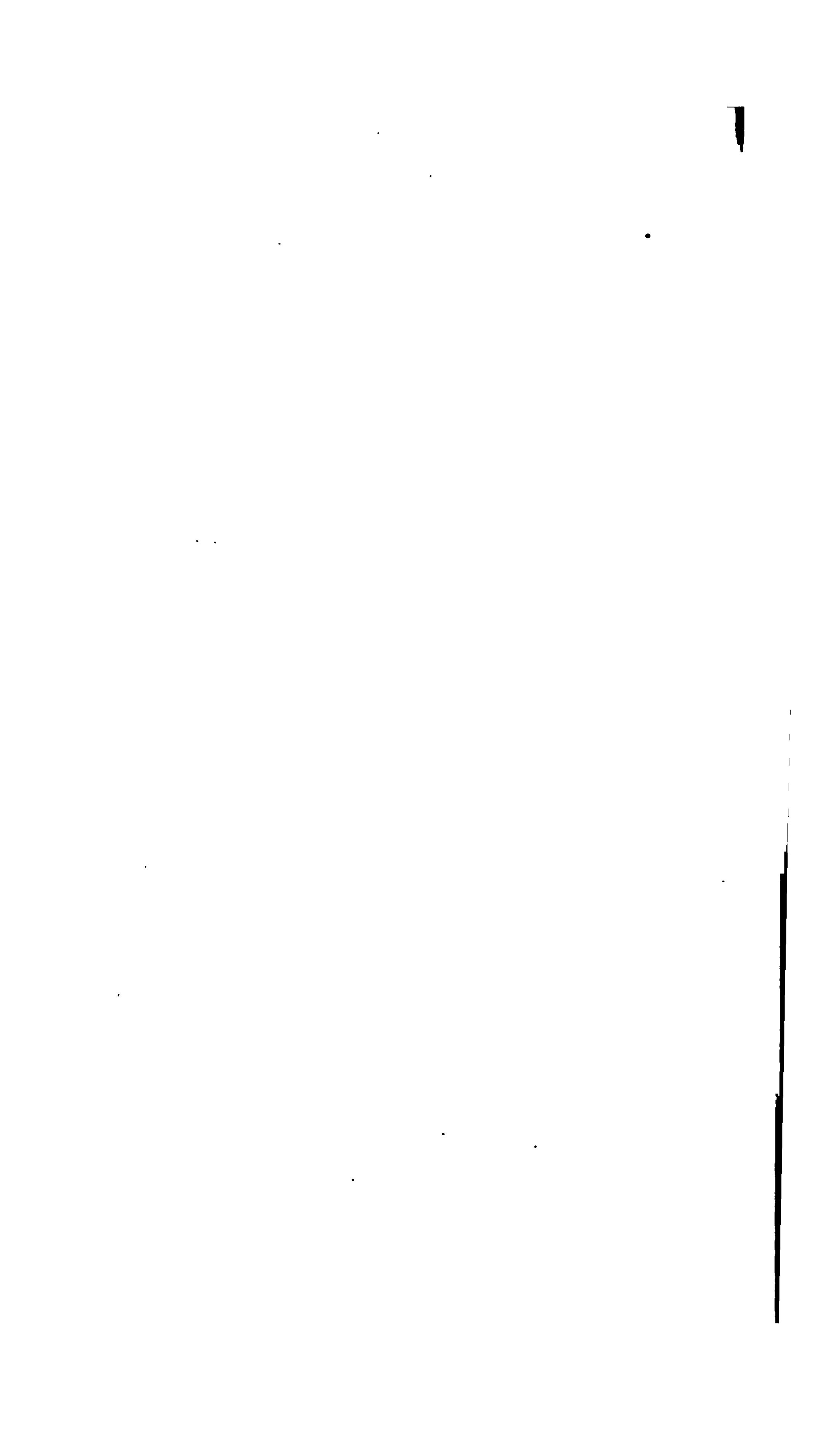

E
D
B
G



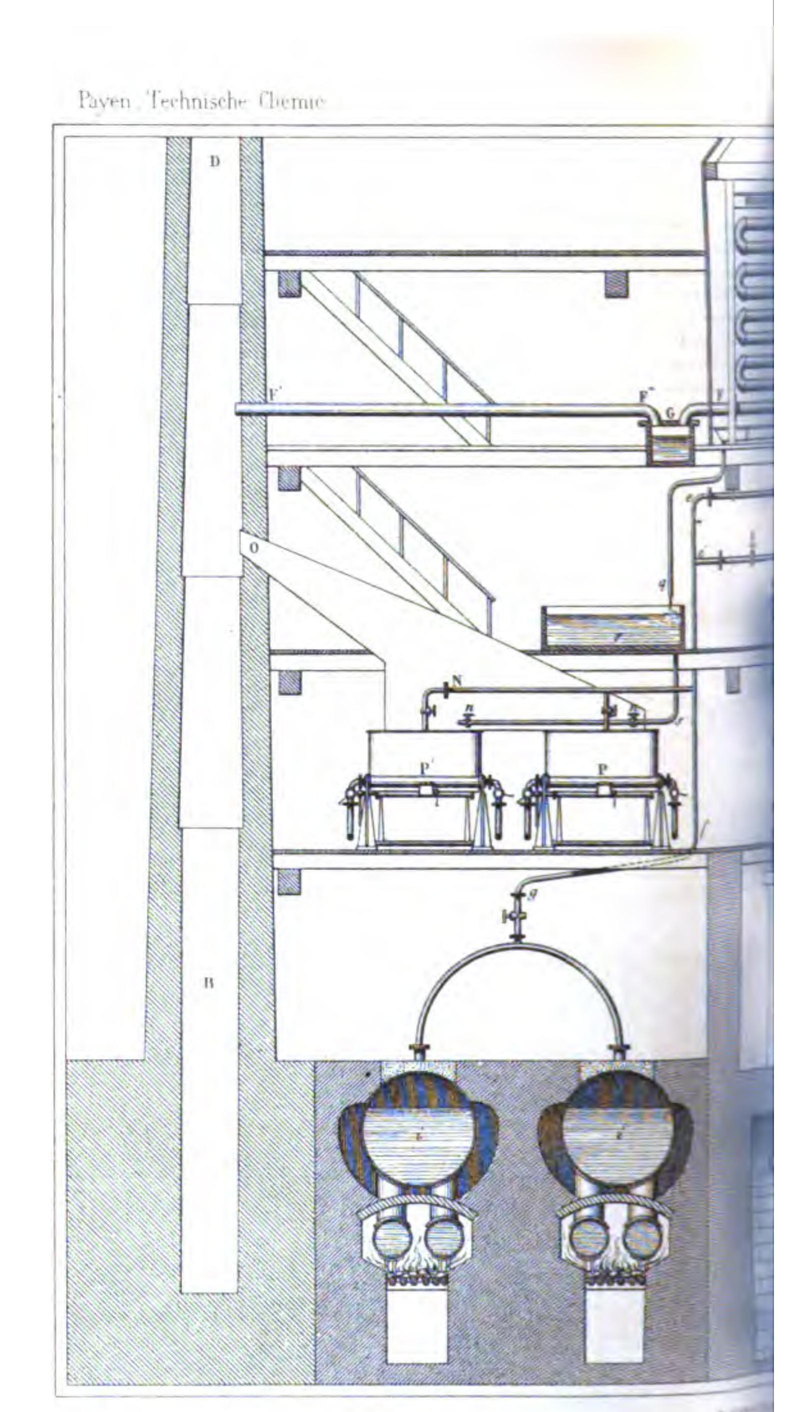


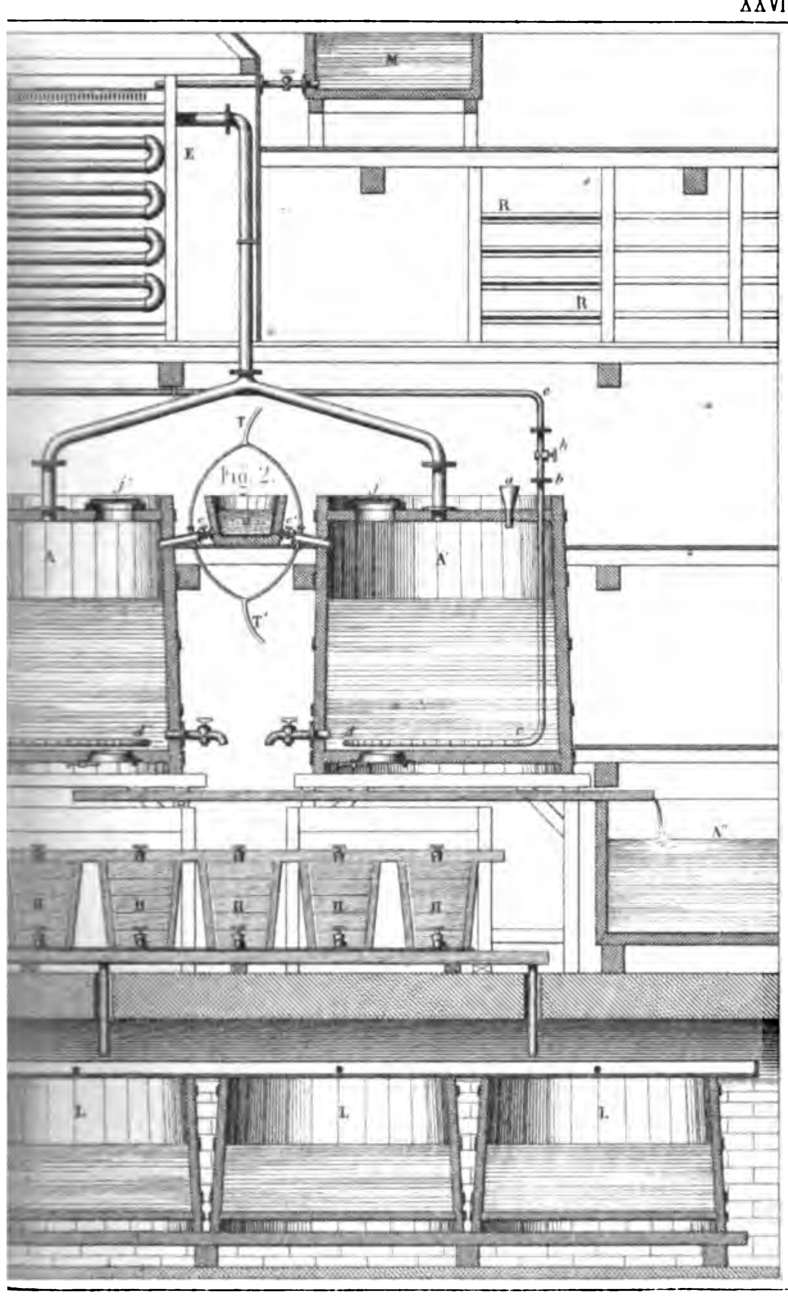
E. SCHM…

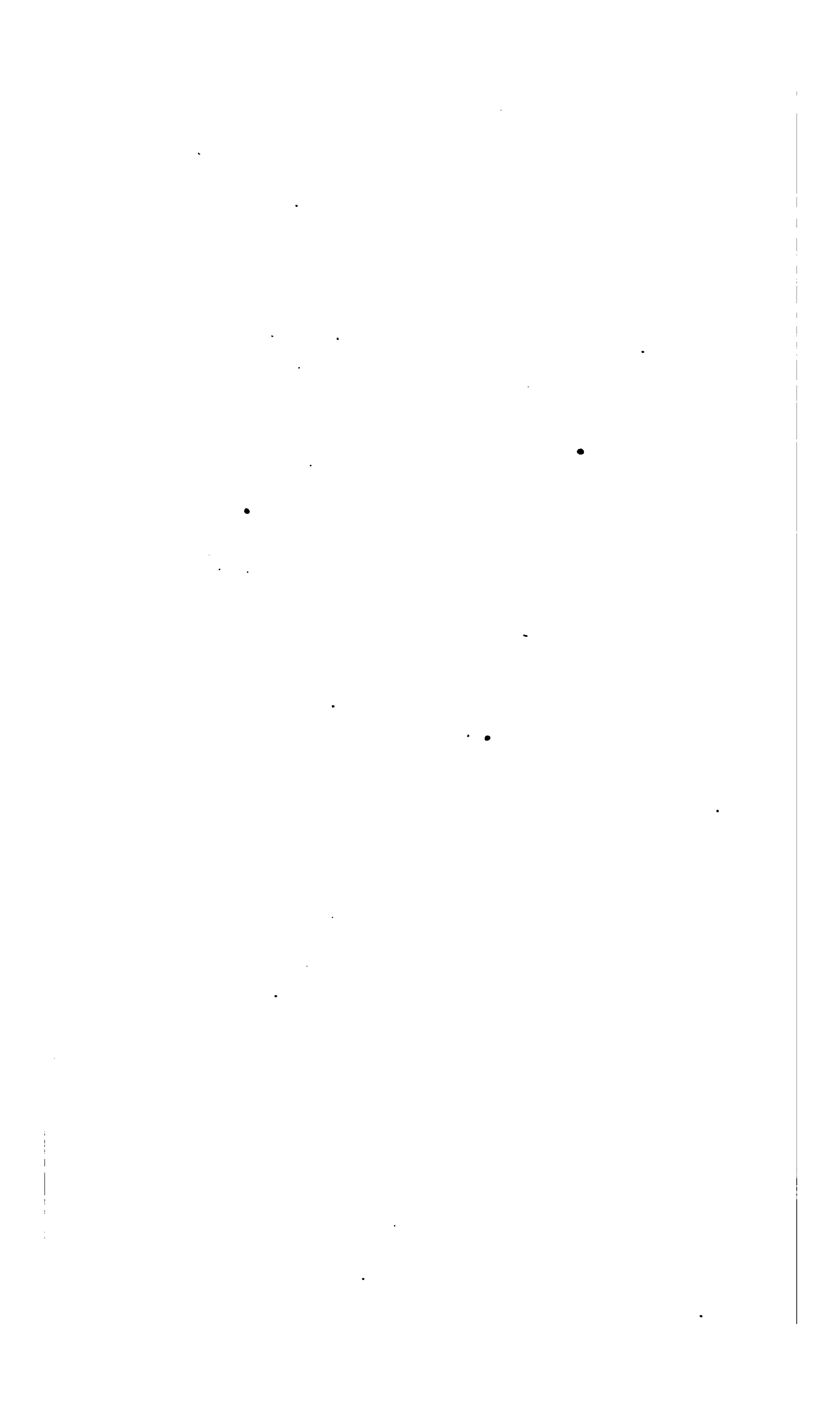

Fig. 2.
Fig. 3.
C
B
A

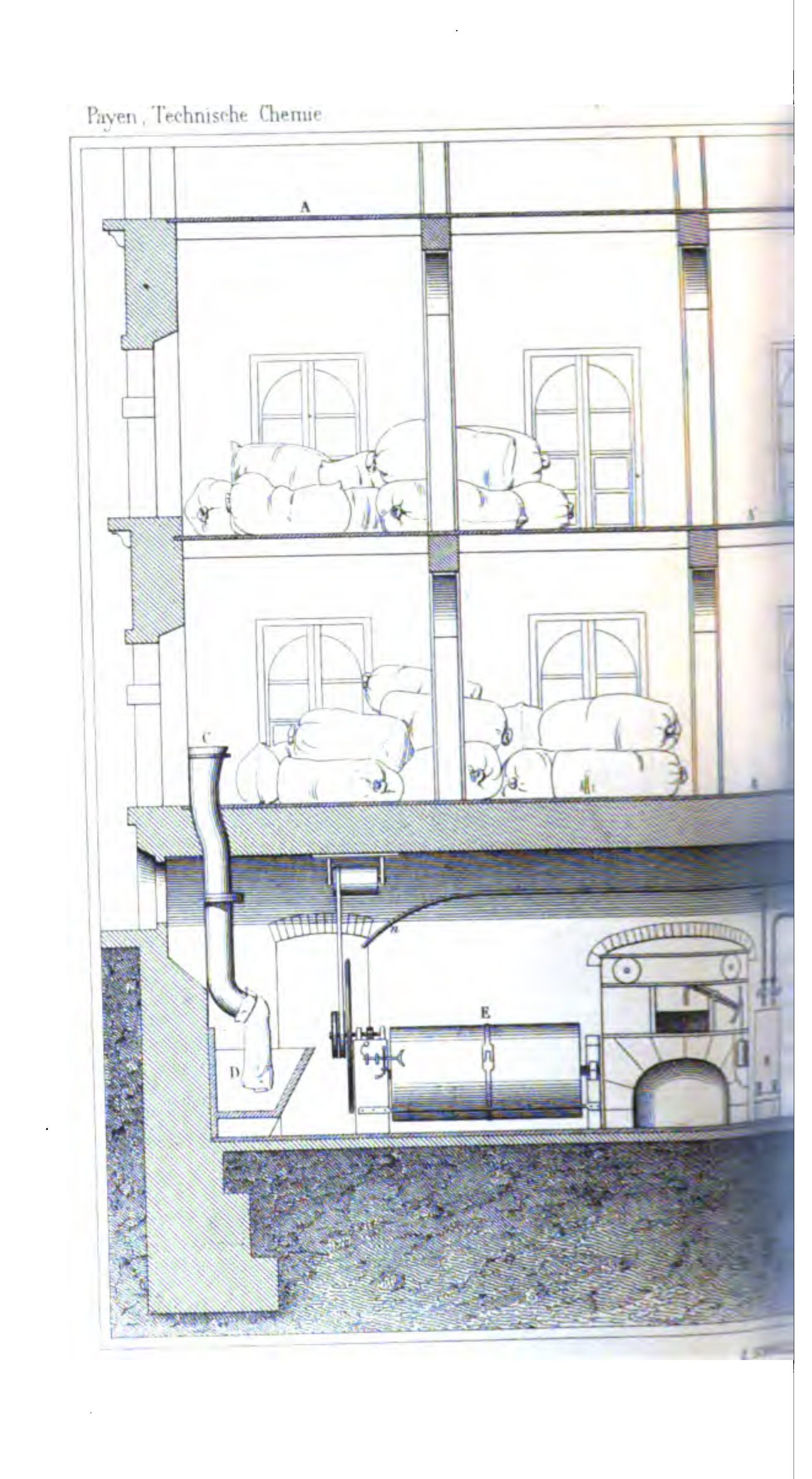


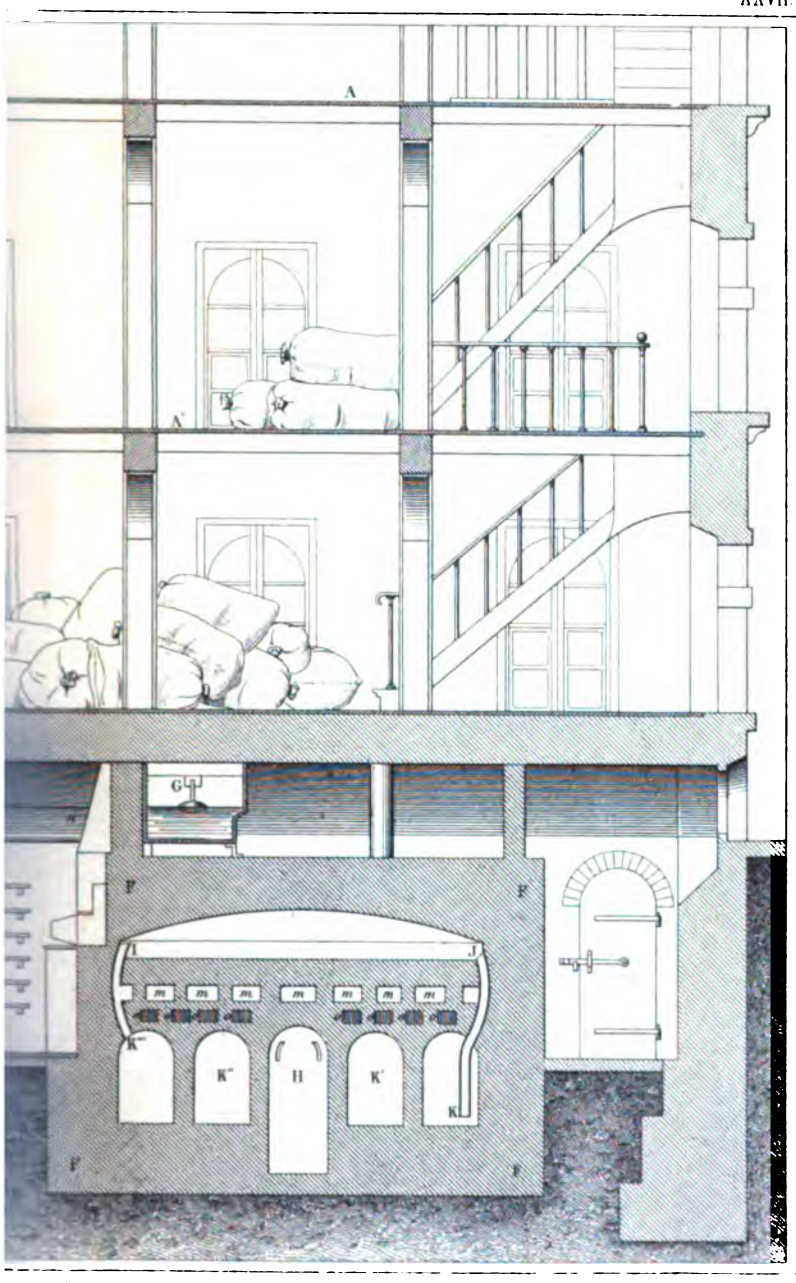



Payen, Technische Chemie
D
F'
F''
G
O
N
P'
P
B

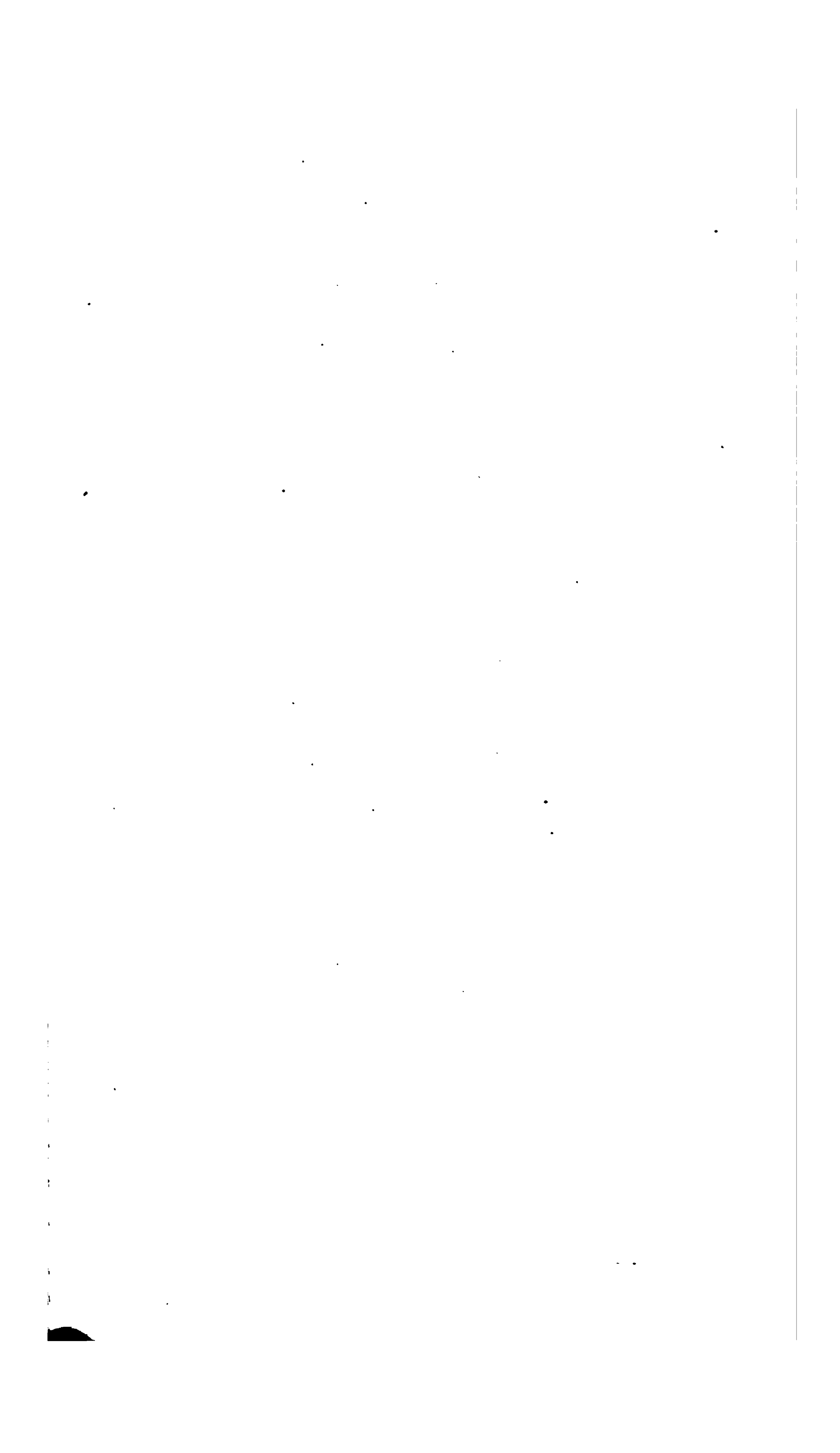

M
E
R
R
Fig. 2.
T
T'
A
A'
A''
L
L
L

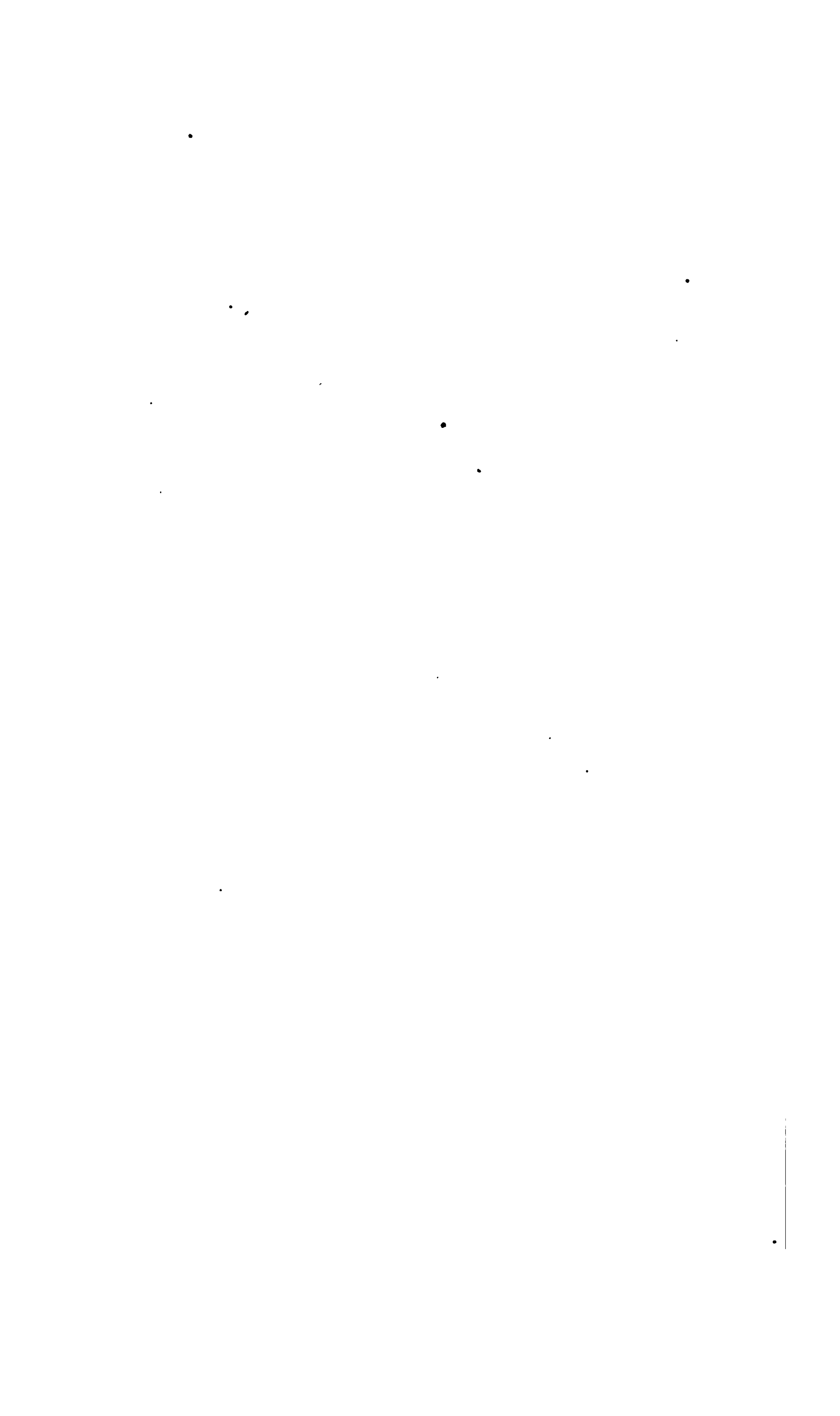


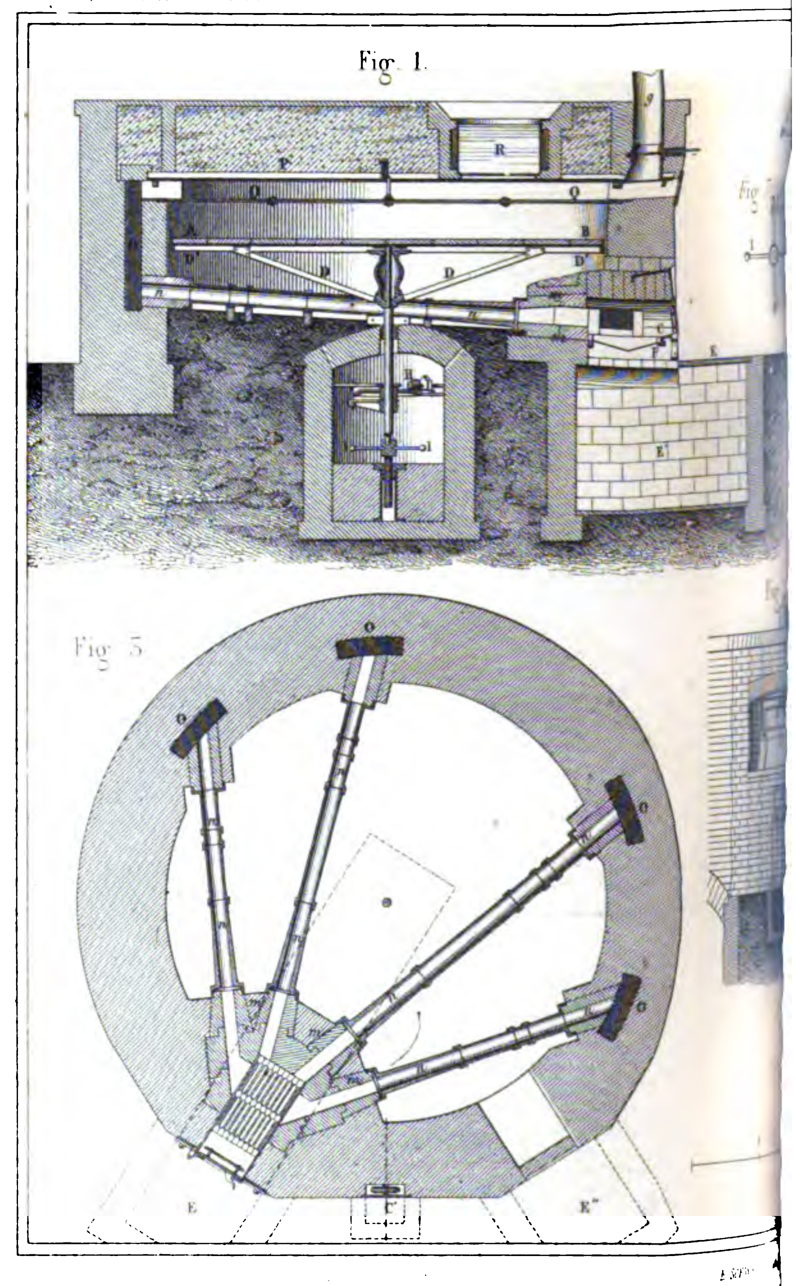

A
C
D
E



...RLAG (J. KOCH).






Fig. 1.
R
P
O
A
B
D
E
E'
Fig. 5
E
C'
E''

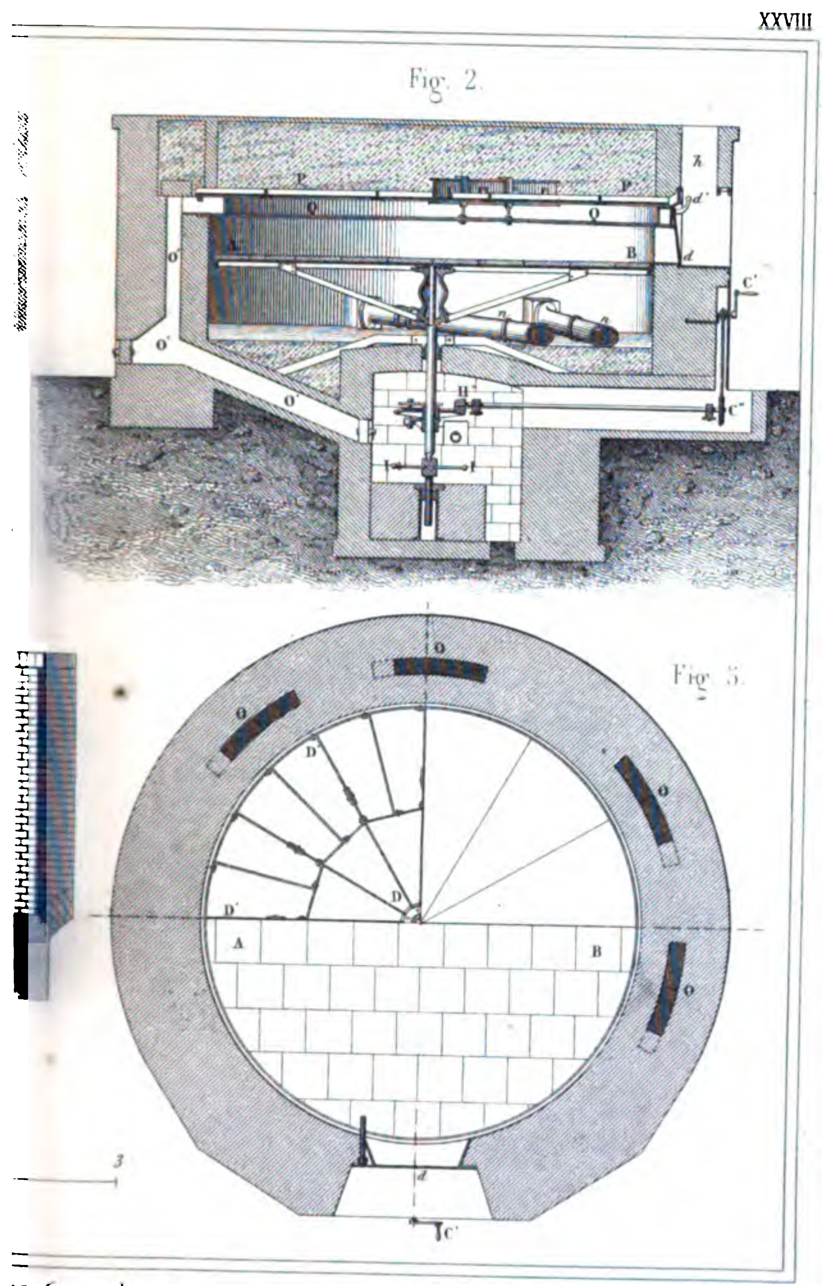
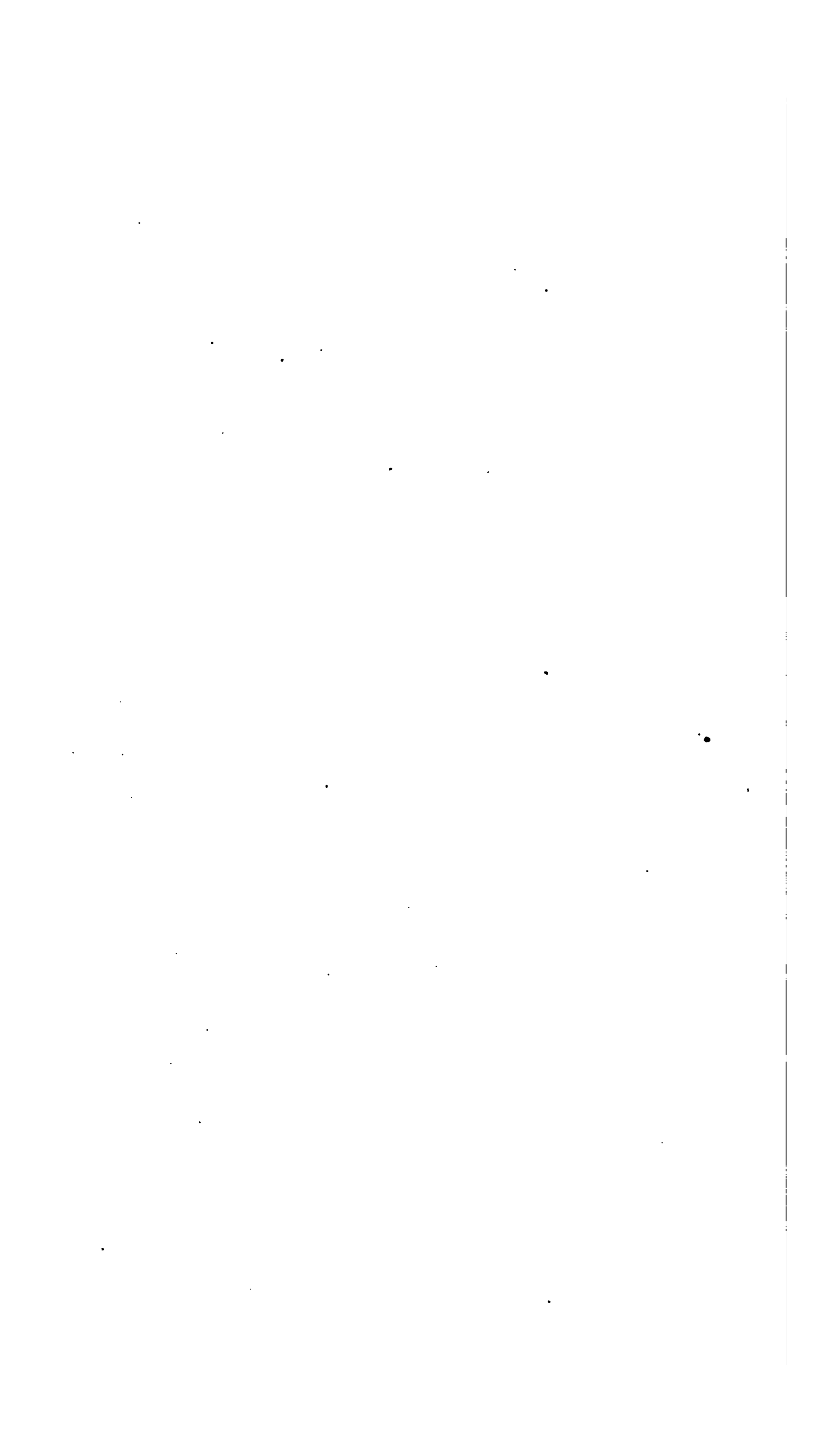
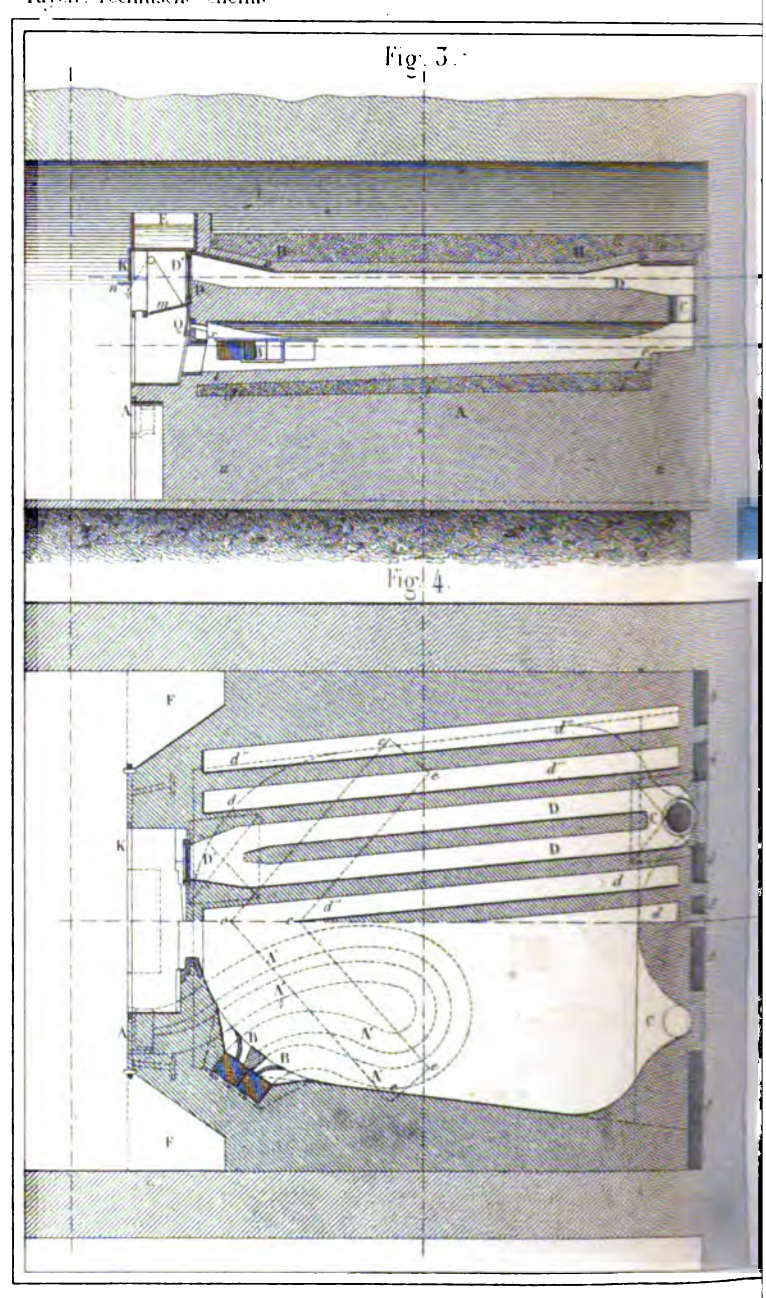
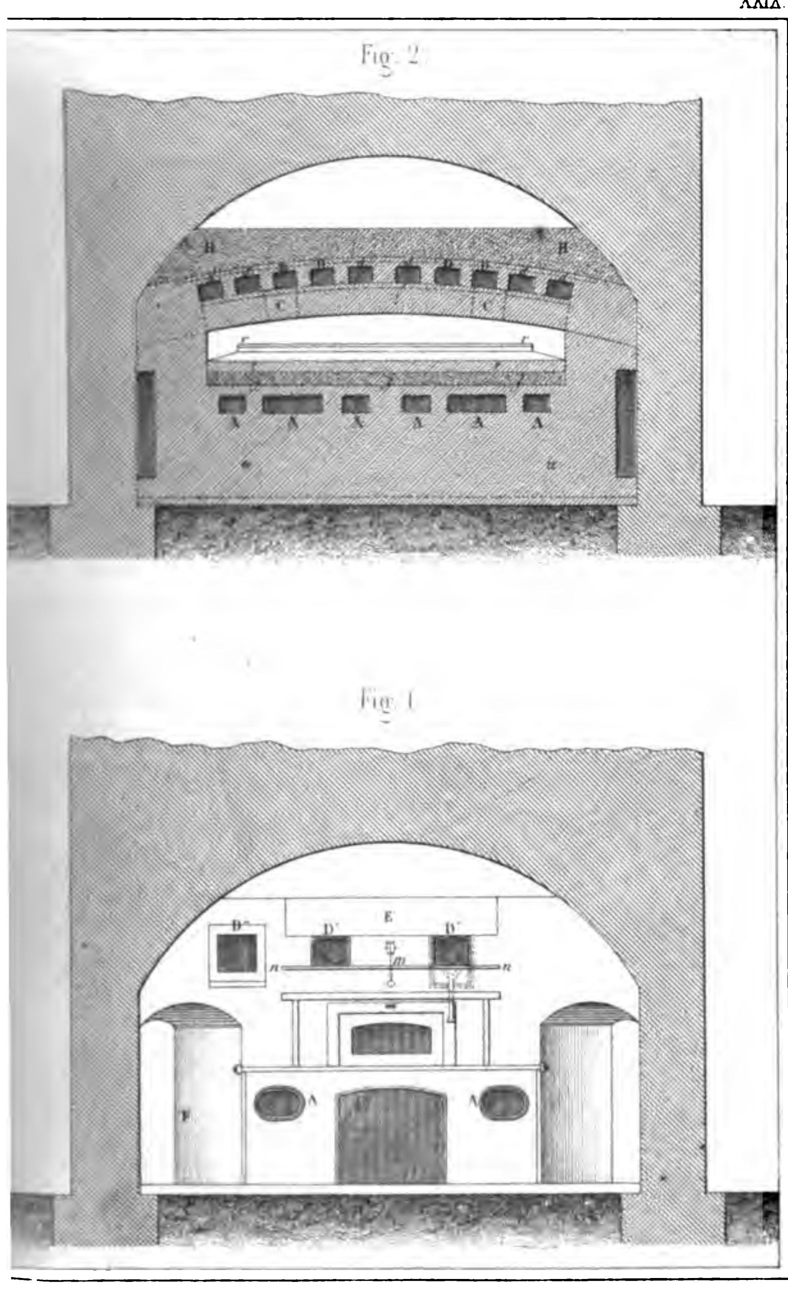


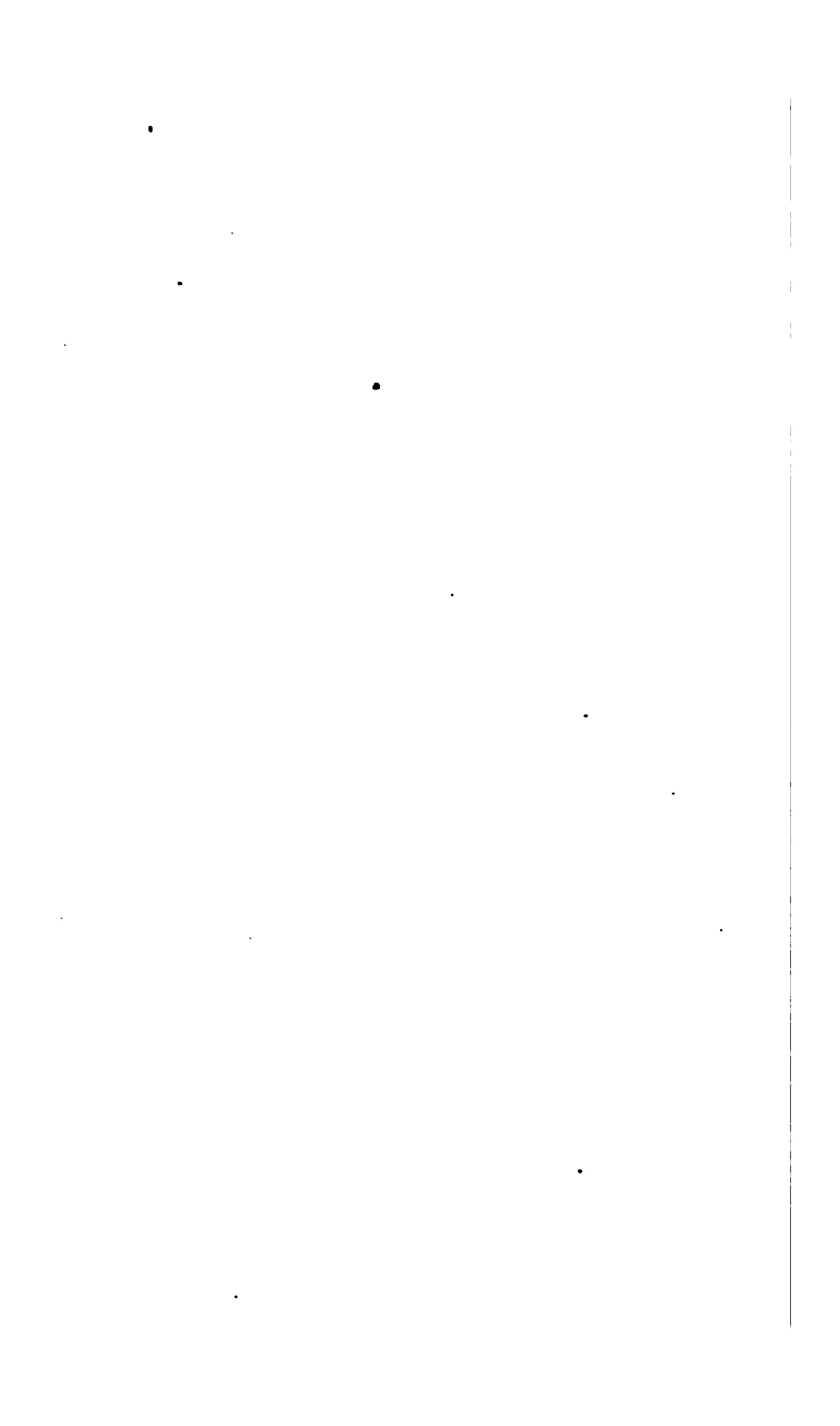
Fig. 2.
Fig. 3.

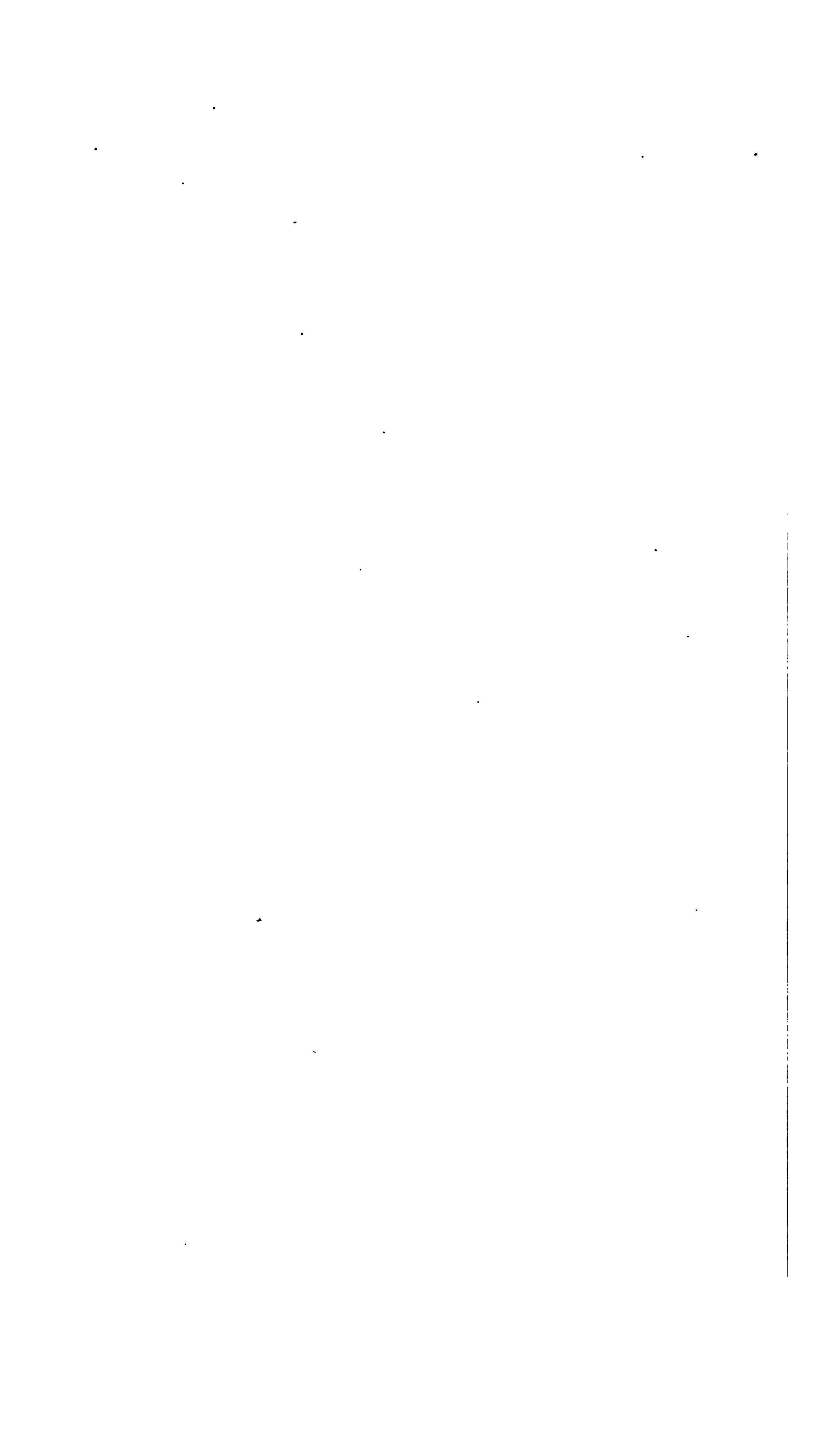


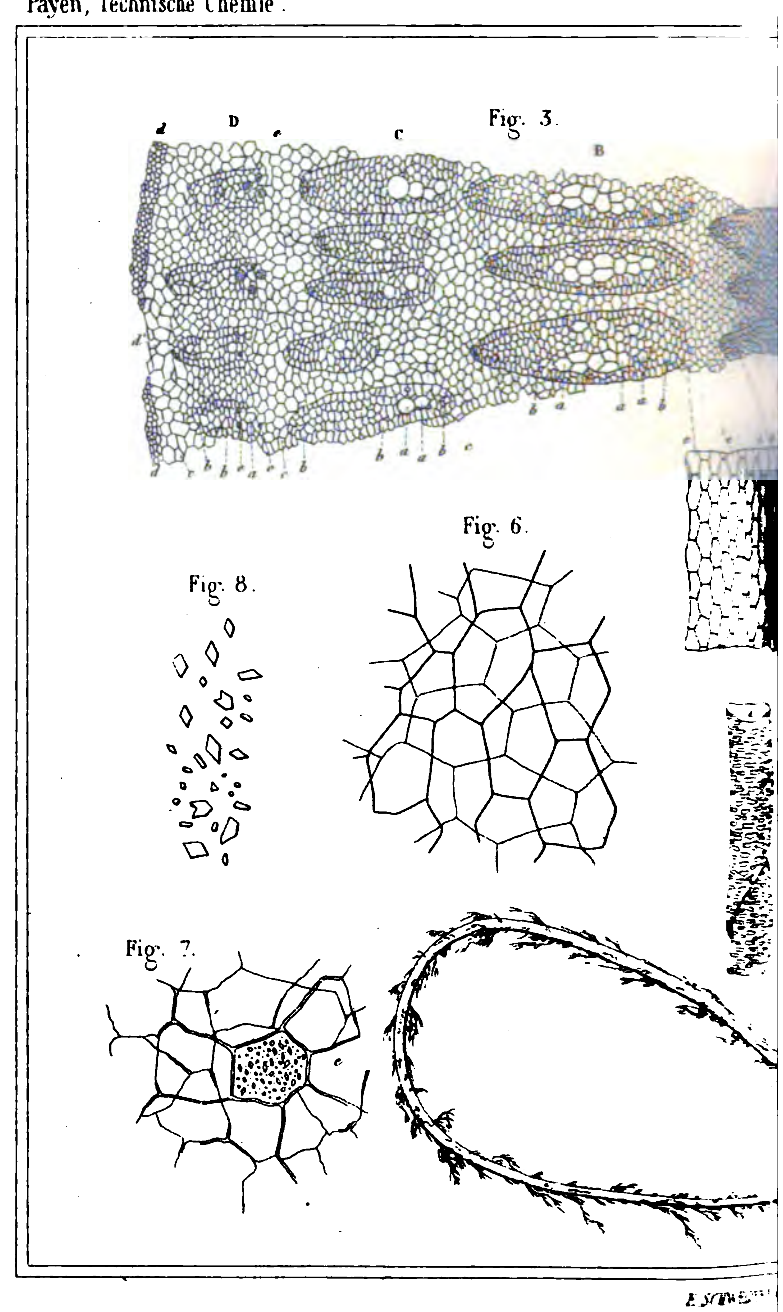



Fig. 3.
Fig. 4.
F
K
D'
D
C
B
A
d
d'
d''
e
F

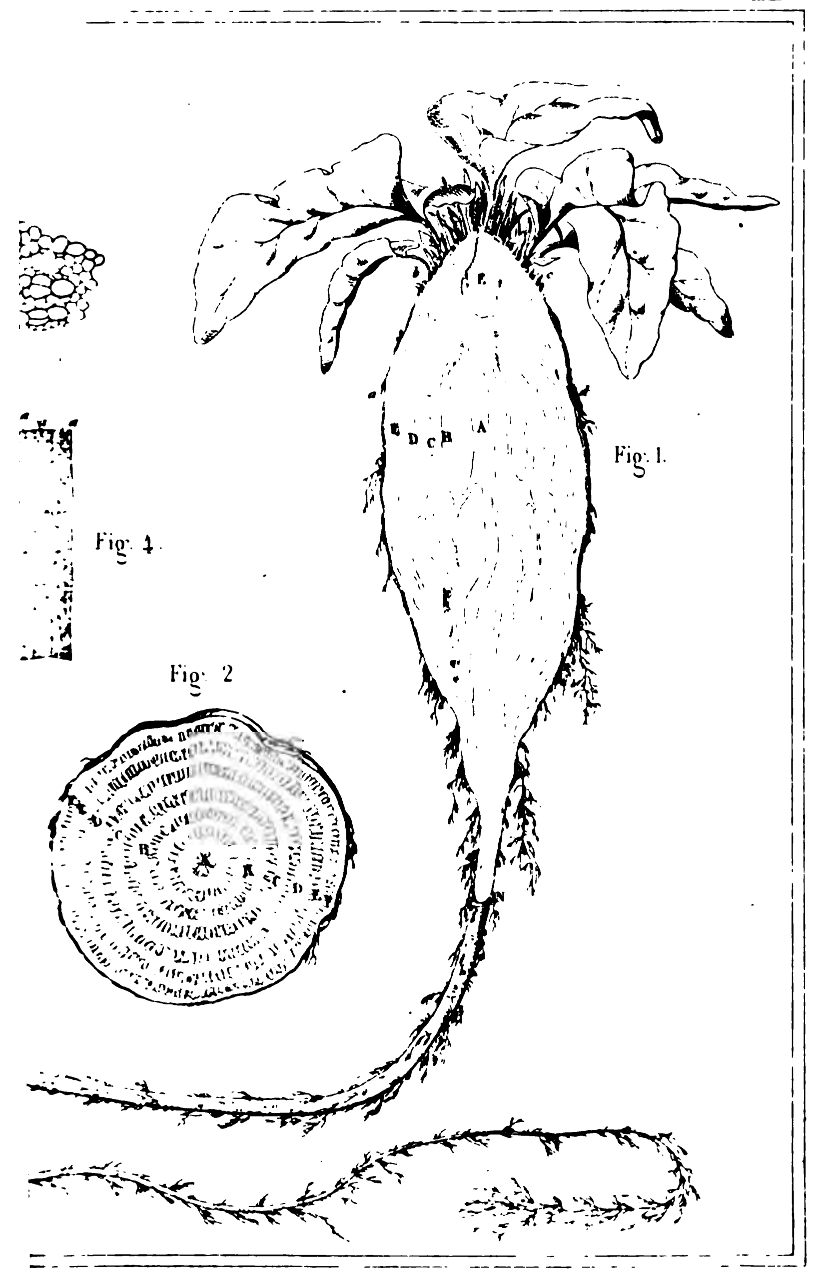

Fig. 2
H
H
C
C
A
A
A
A
A
A
Fig. 1
E
D'
D'
D'
n
n
m
A
A
F



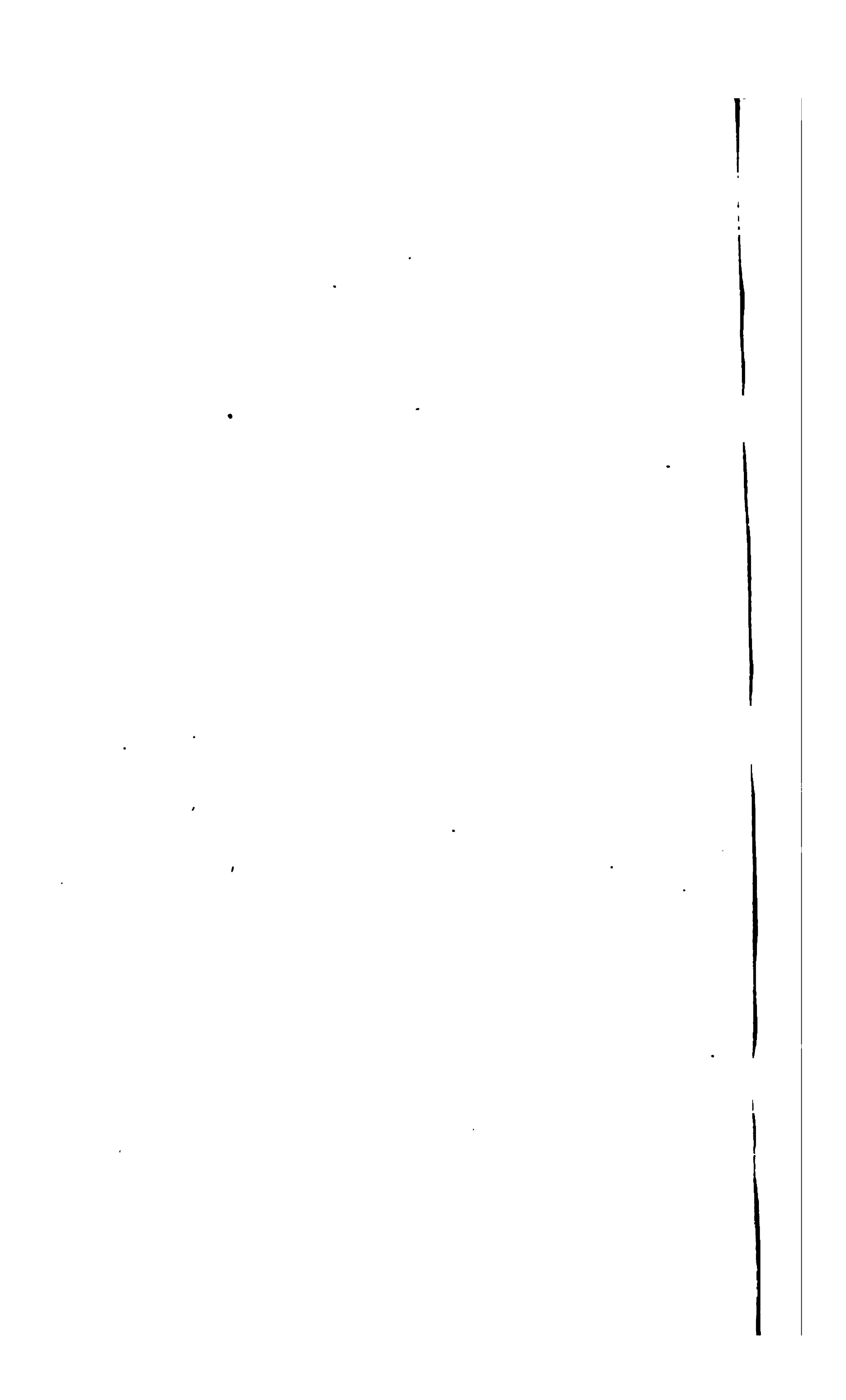


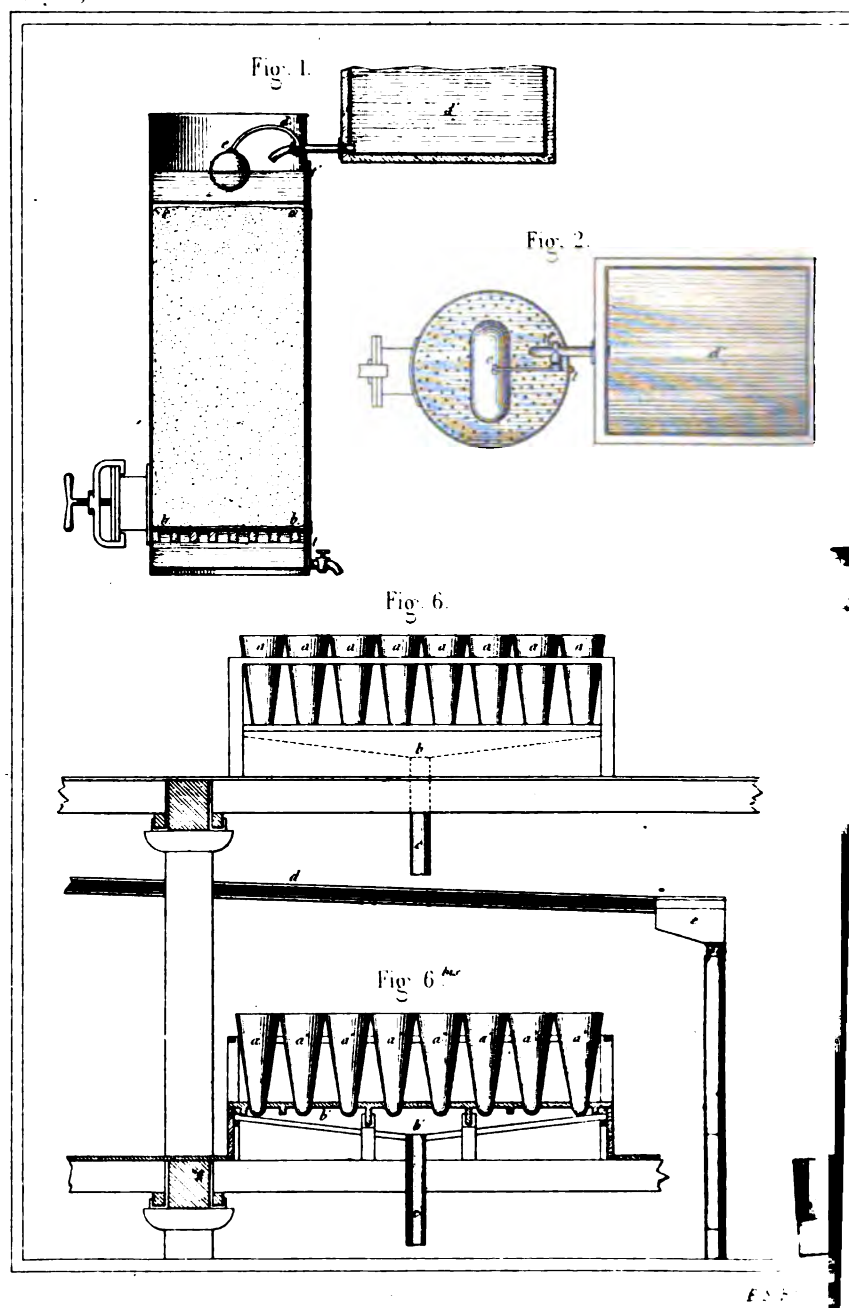


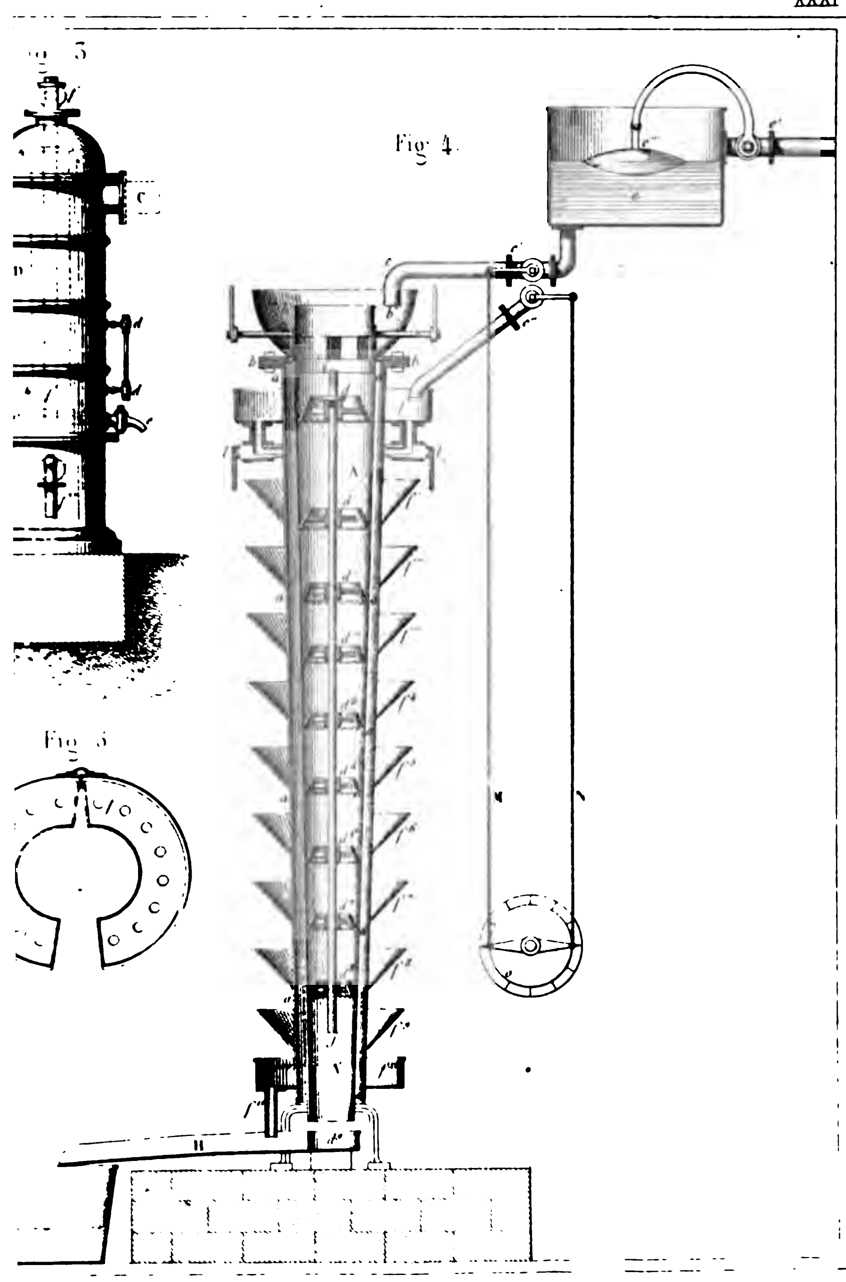
E. SCHWE

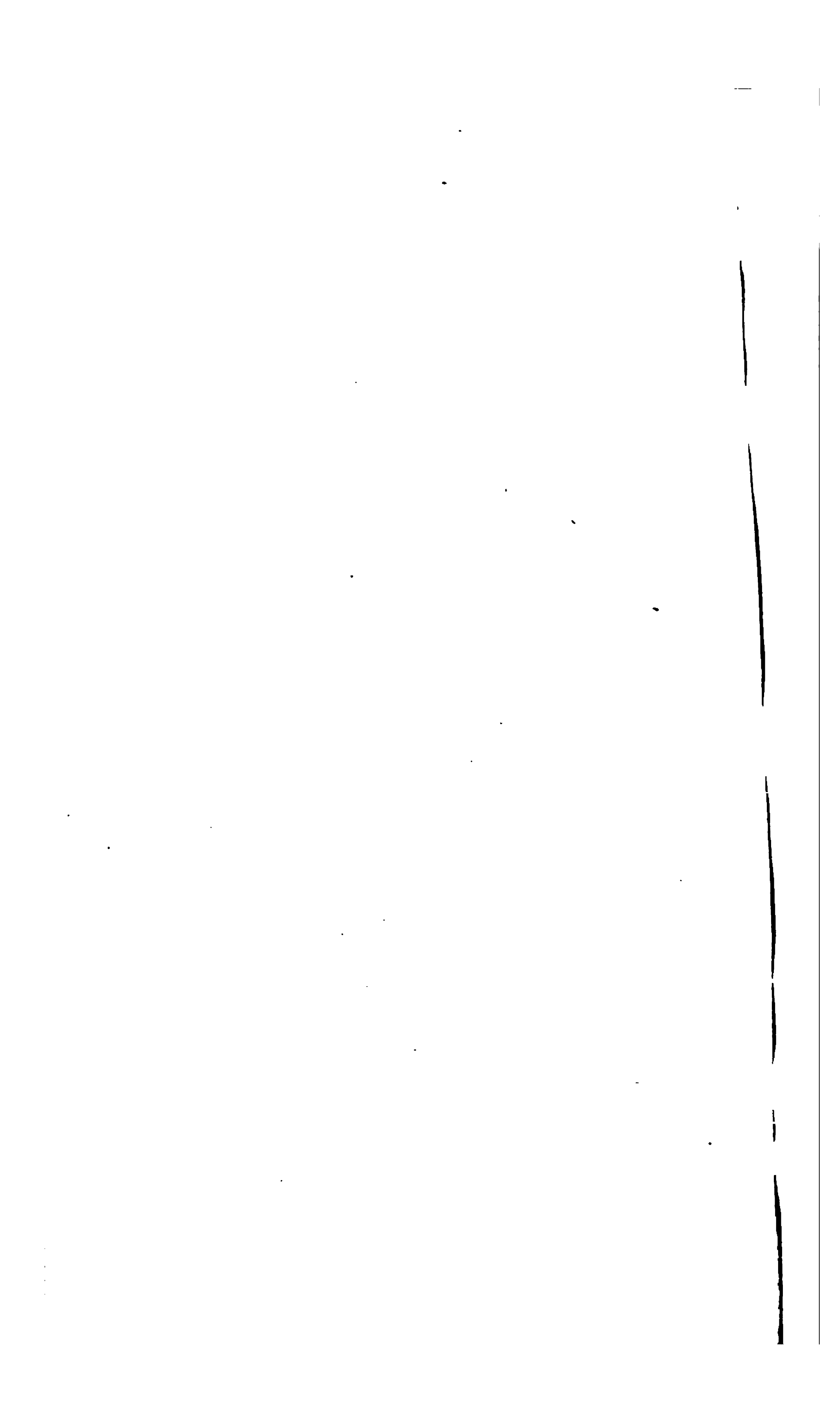


VERLAG (E. KOCH)

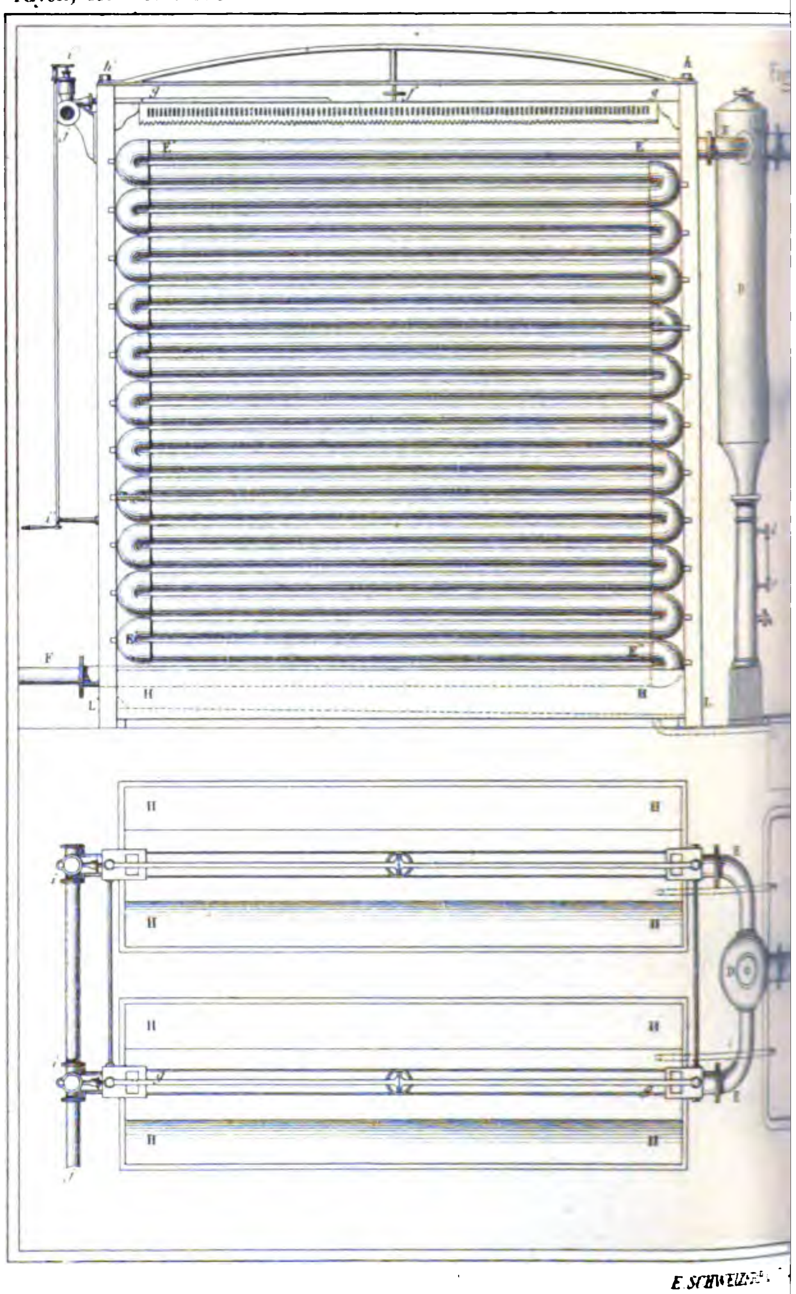



Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 6.
Fig. 6 bis


Fig. 4.
Fig. 5

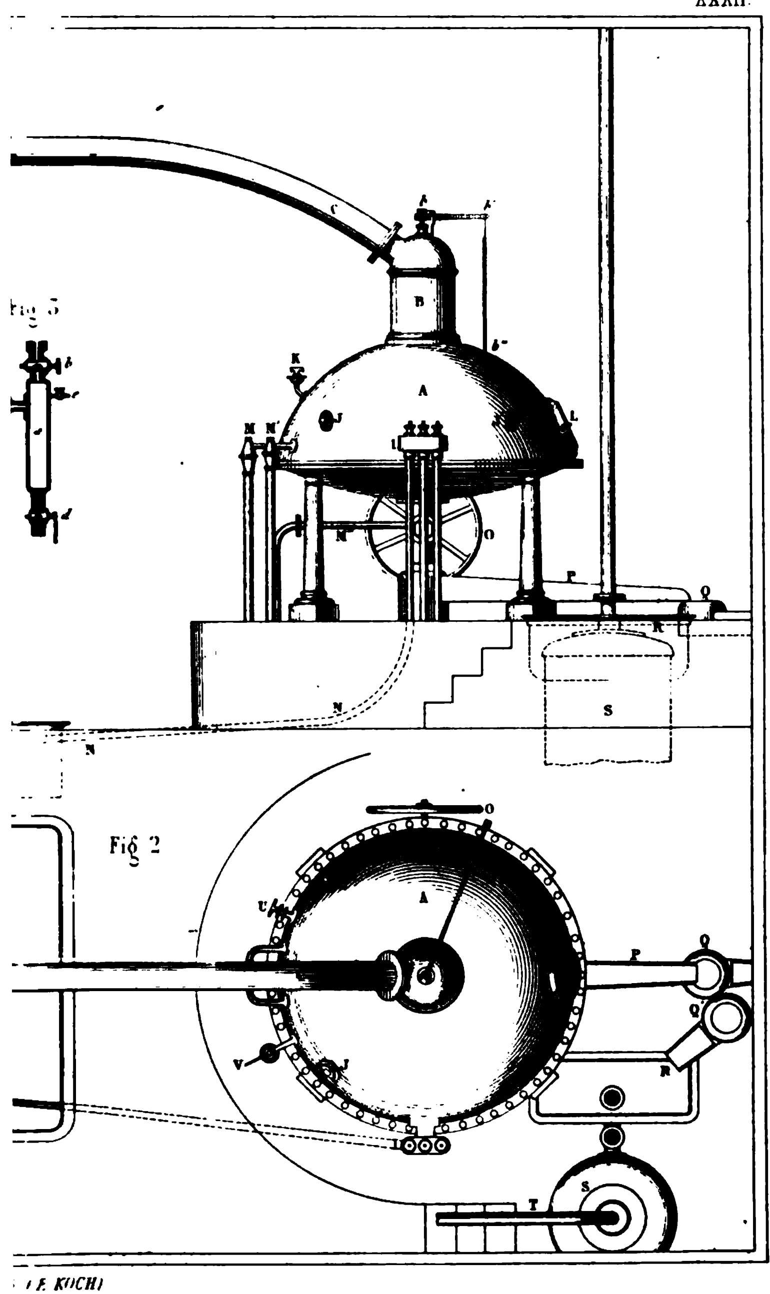




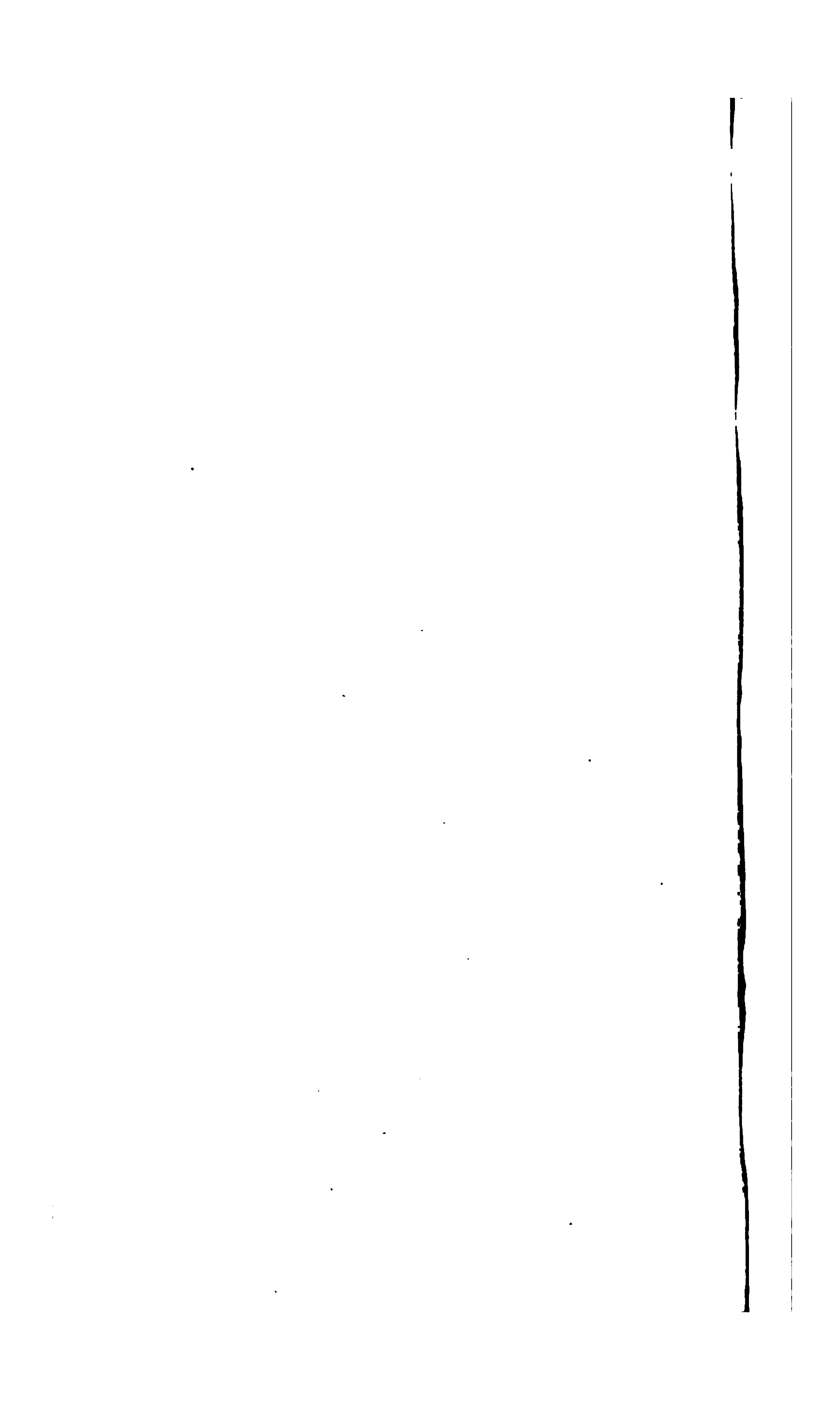


E. SCHWEIZER

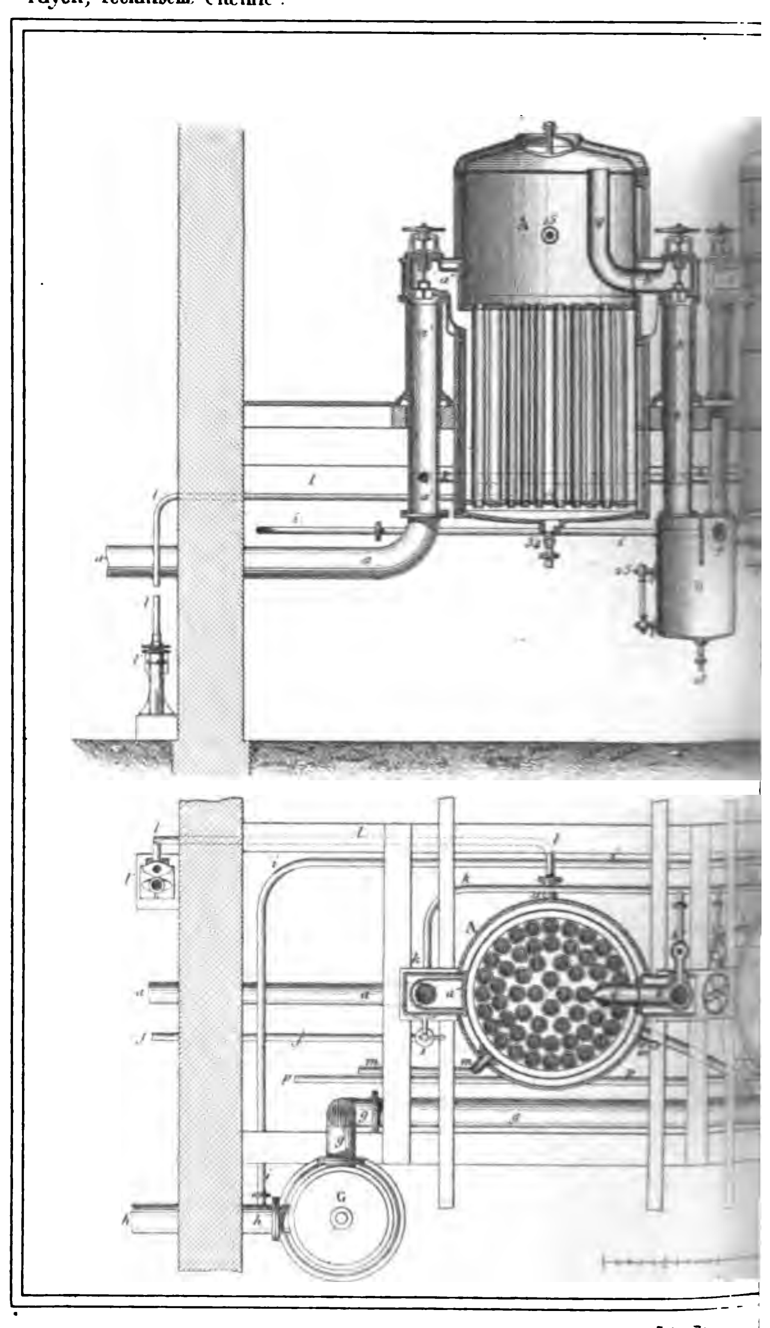
XXXII.

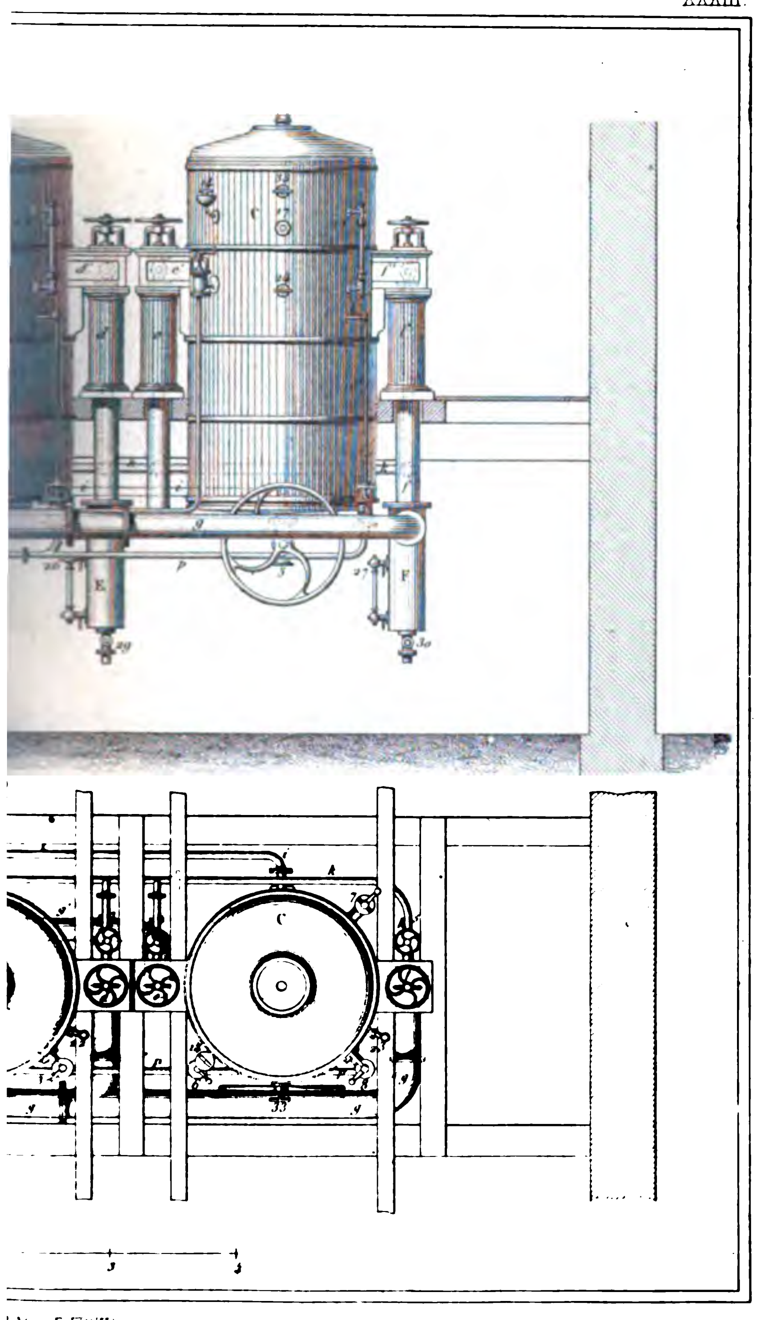


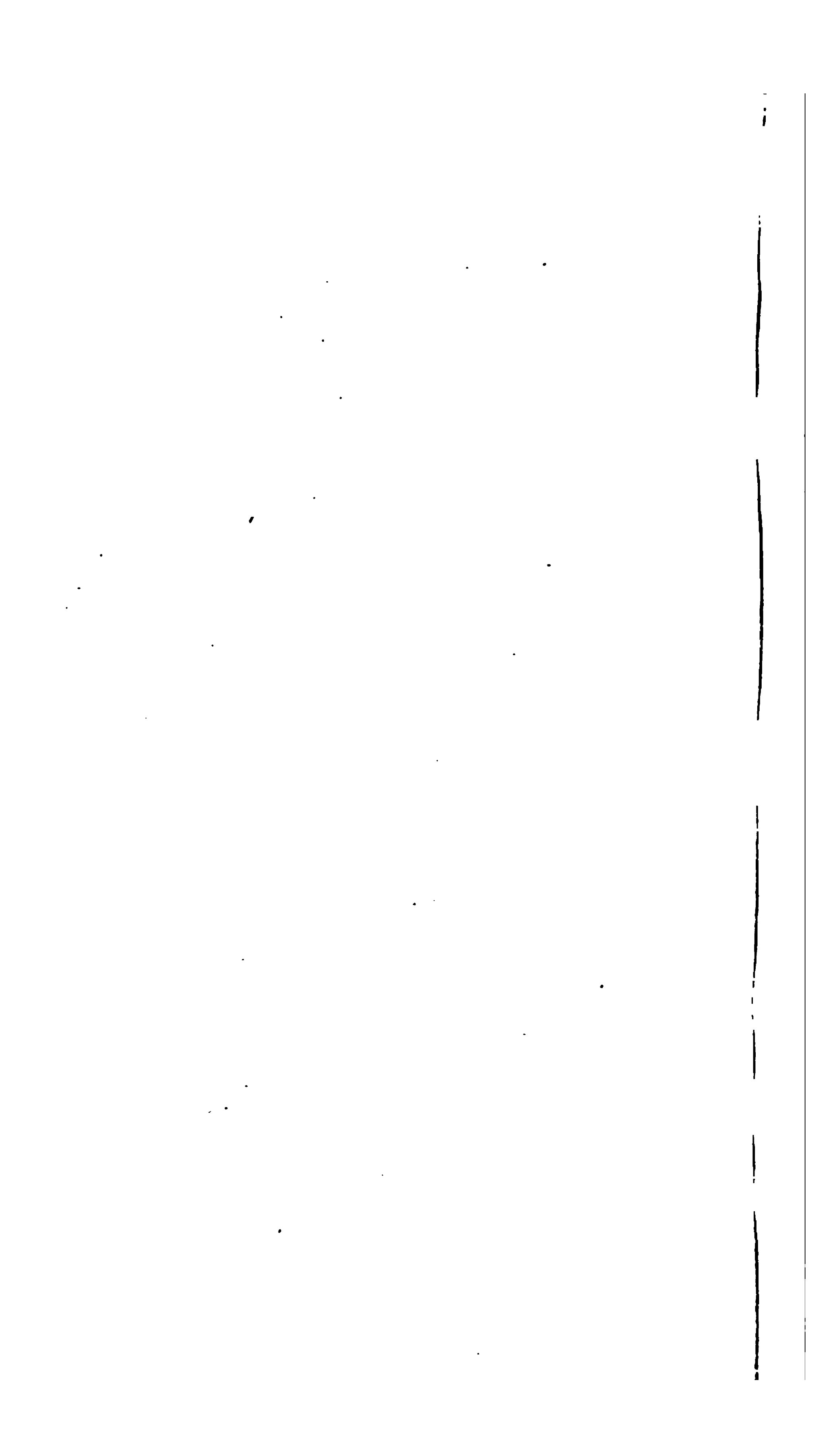
/ E. KOCH)











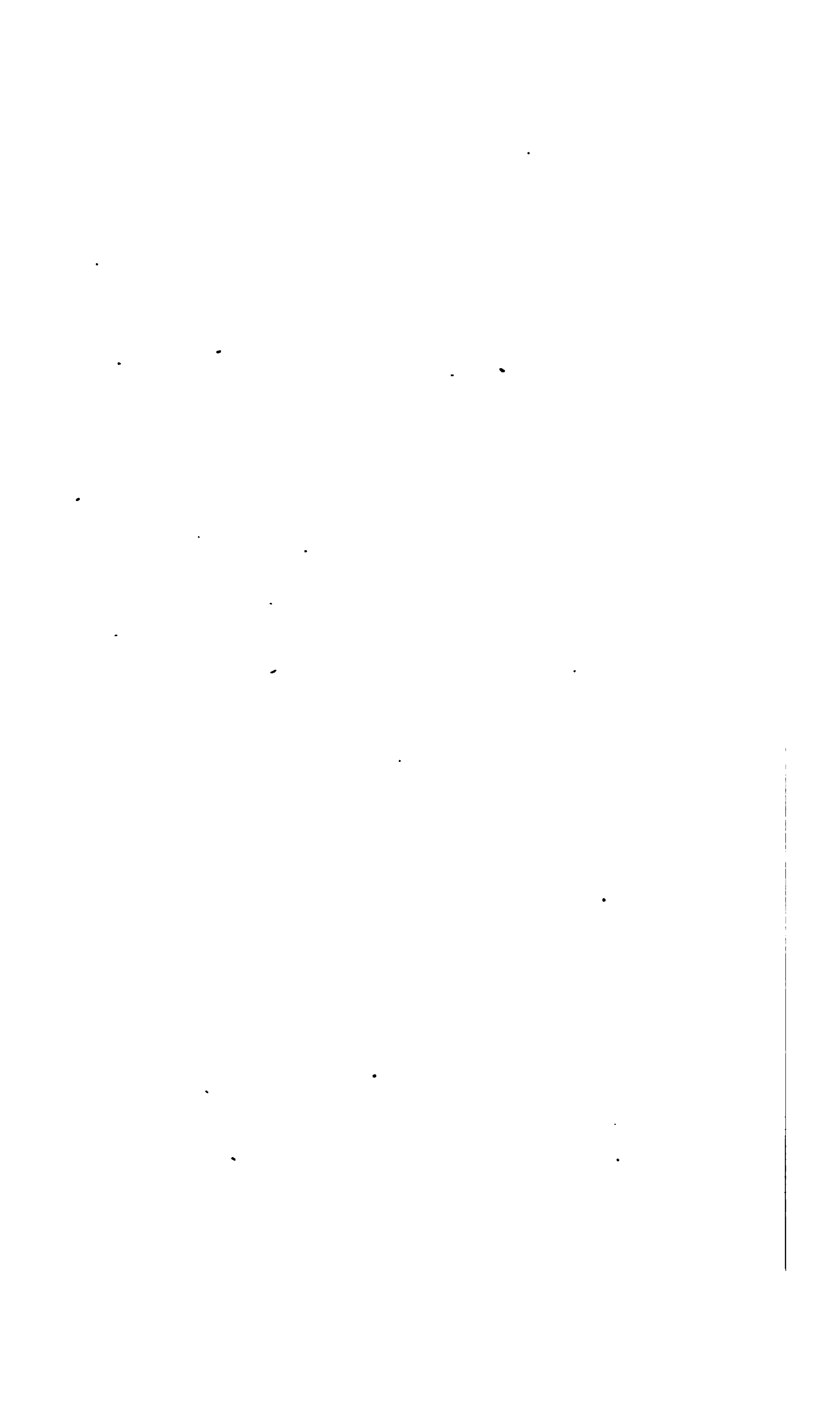
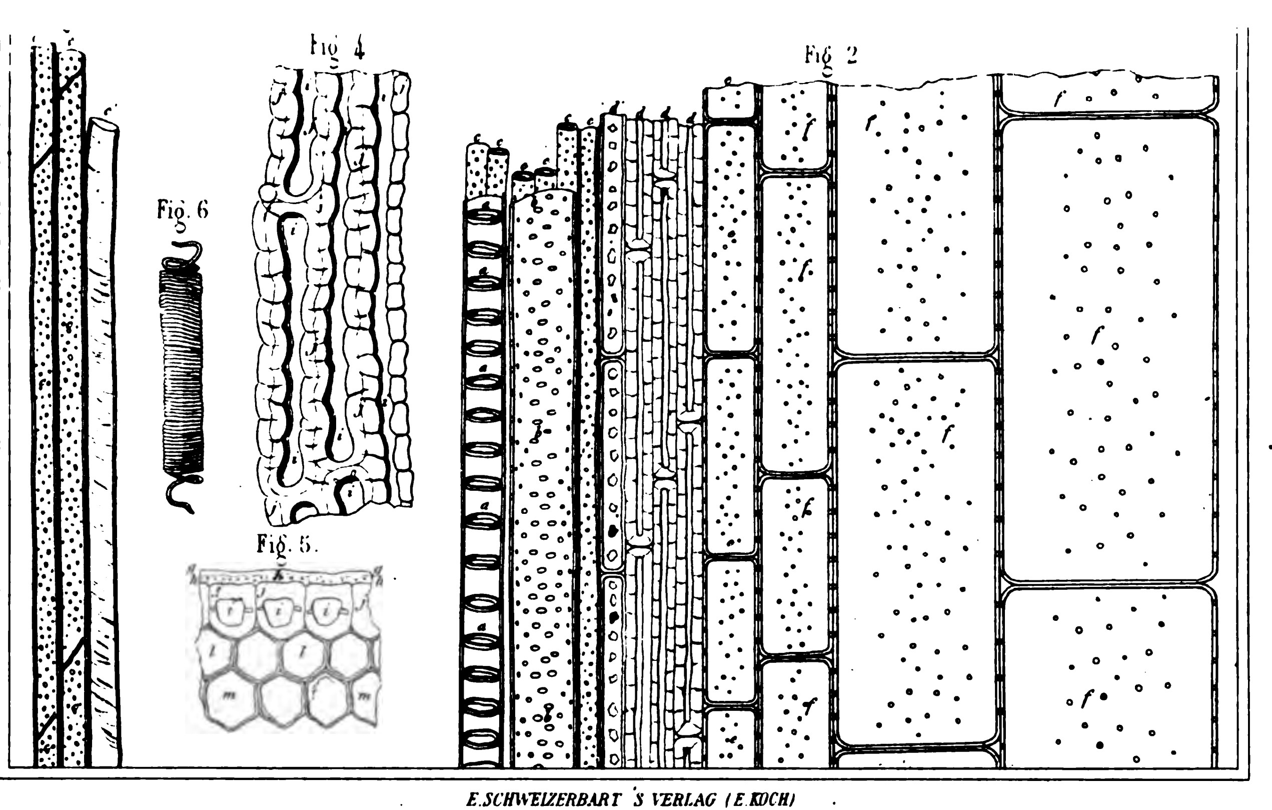
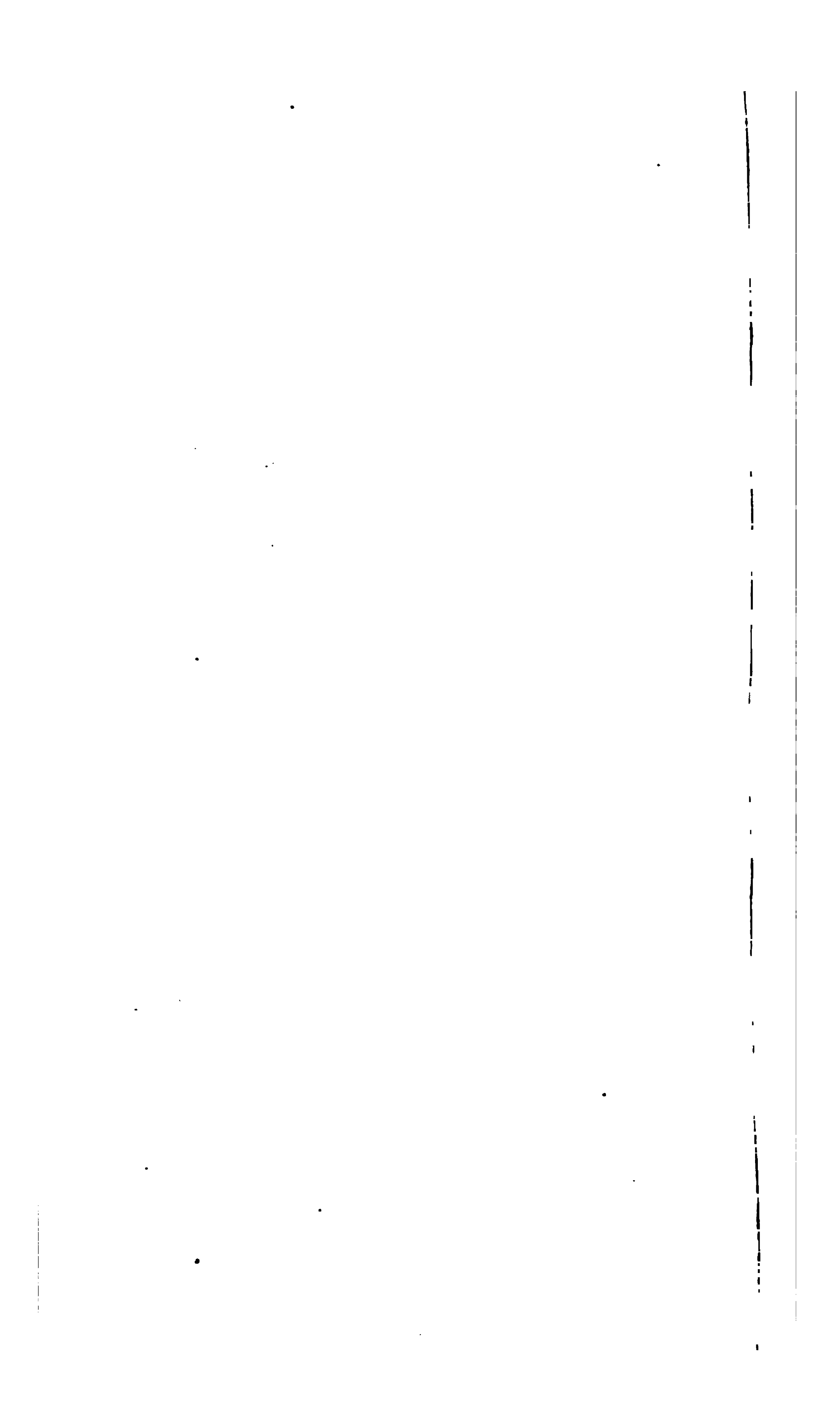


Fig. 1

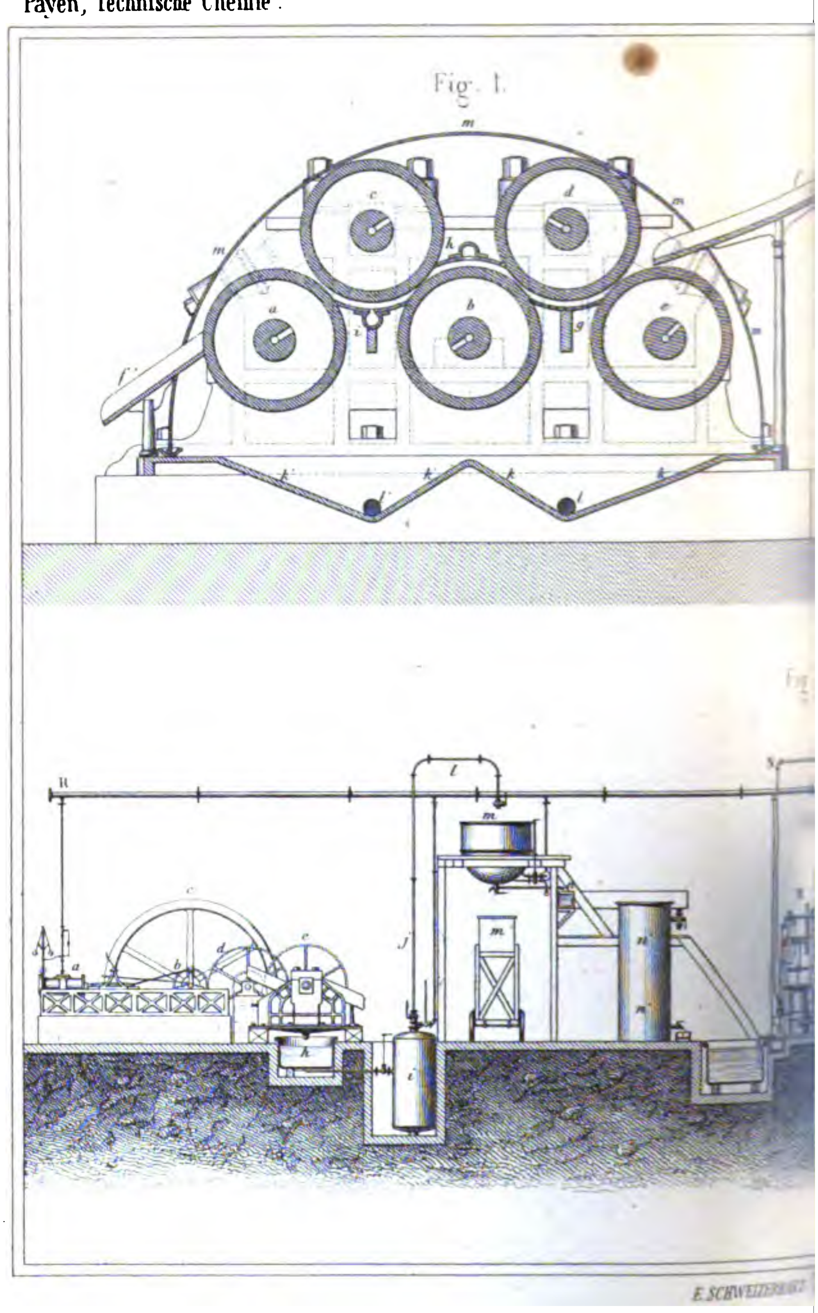


E. SCHWEIZERBART'S VERLAG (E. KOCH)

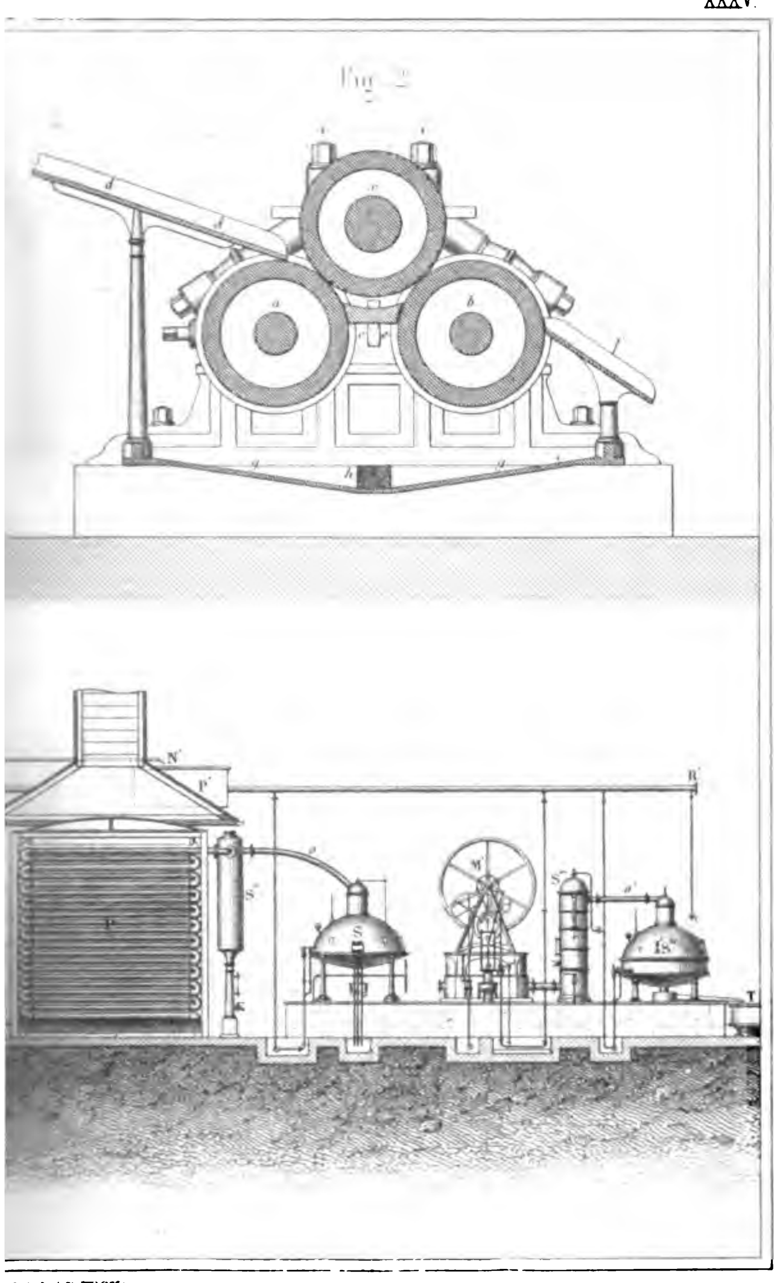


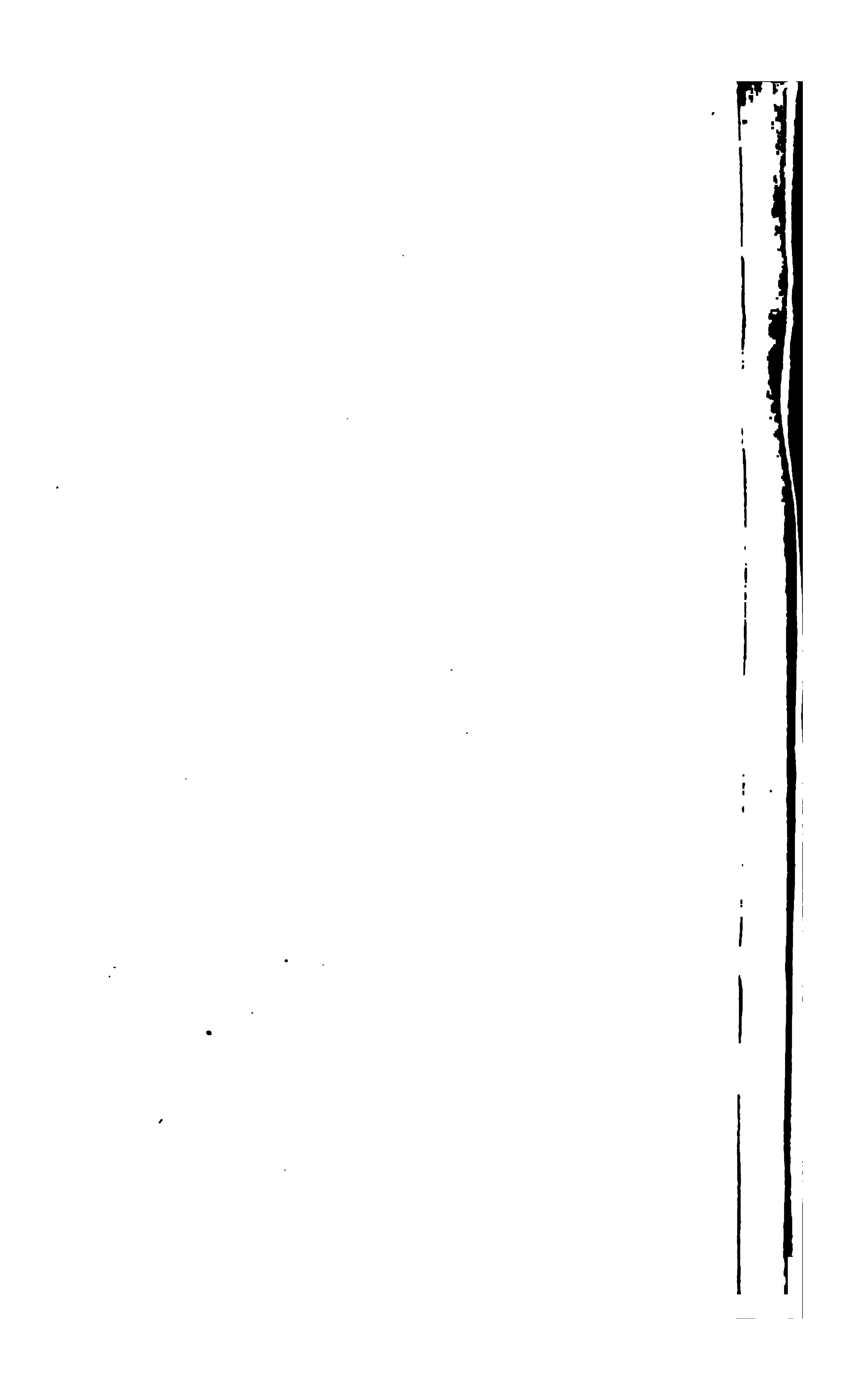


Payen, Technische Chemie.

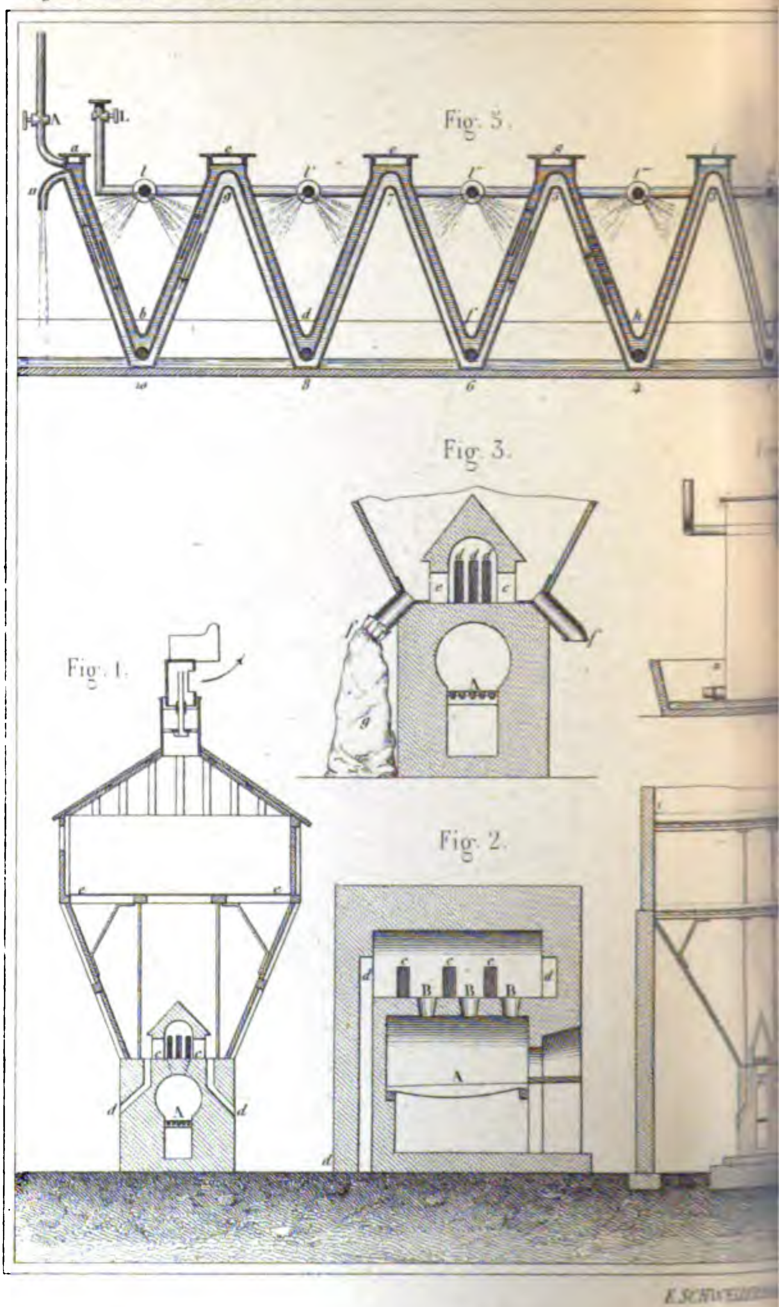


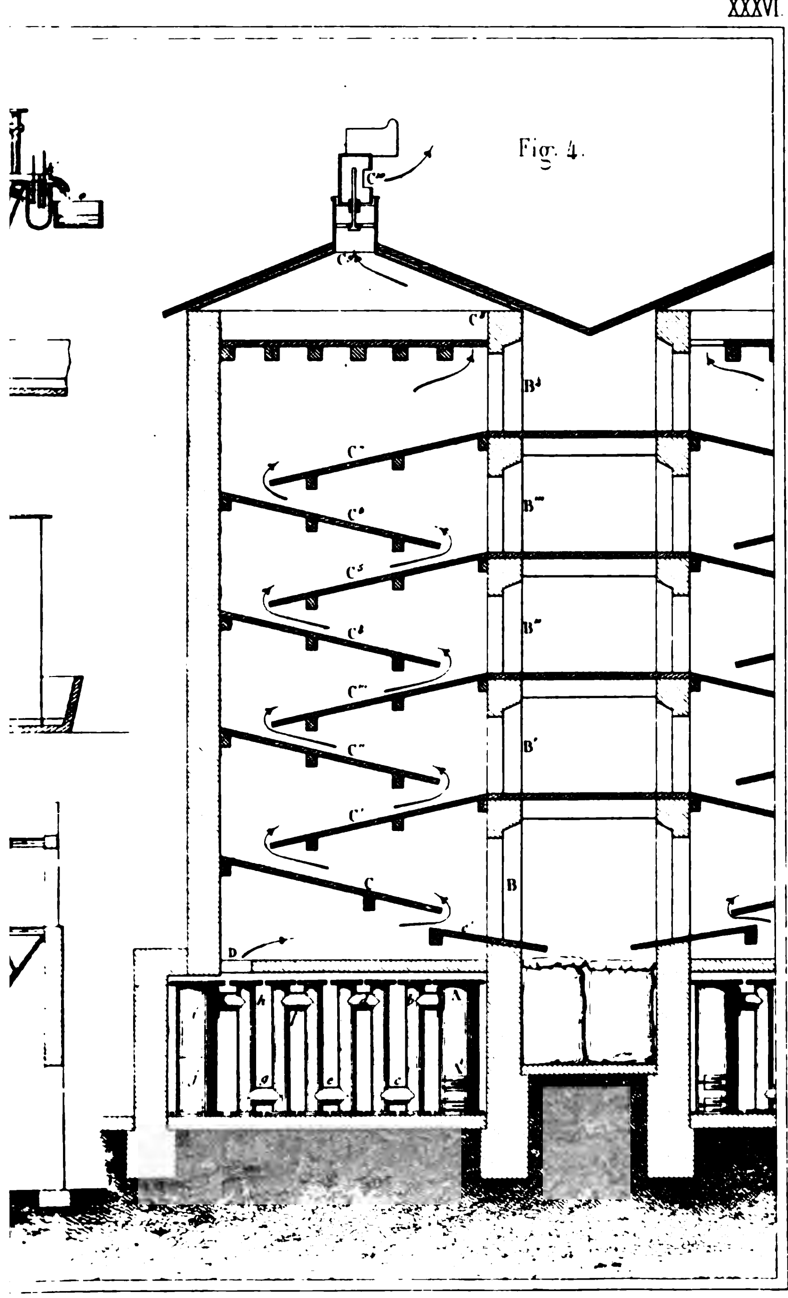
XXXV.

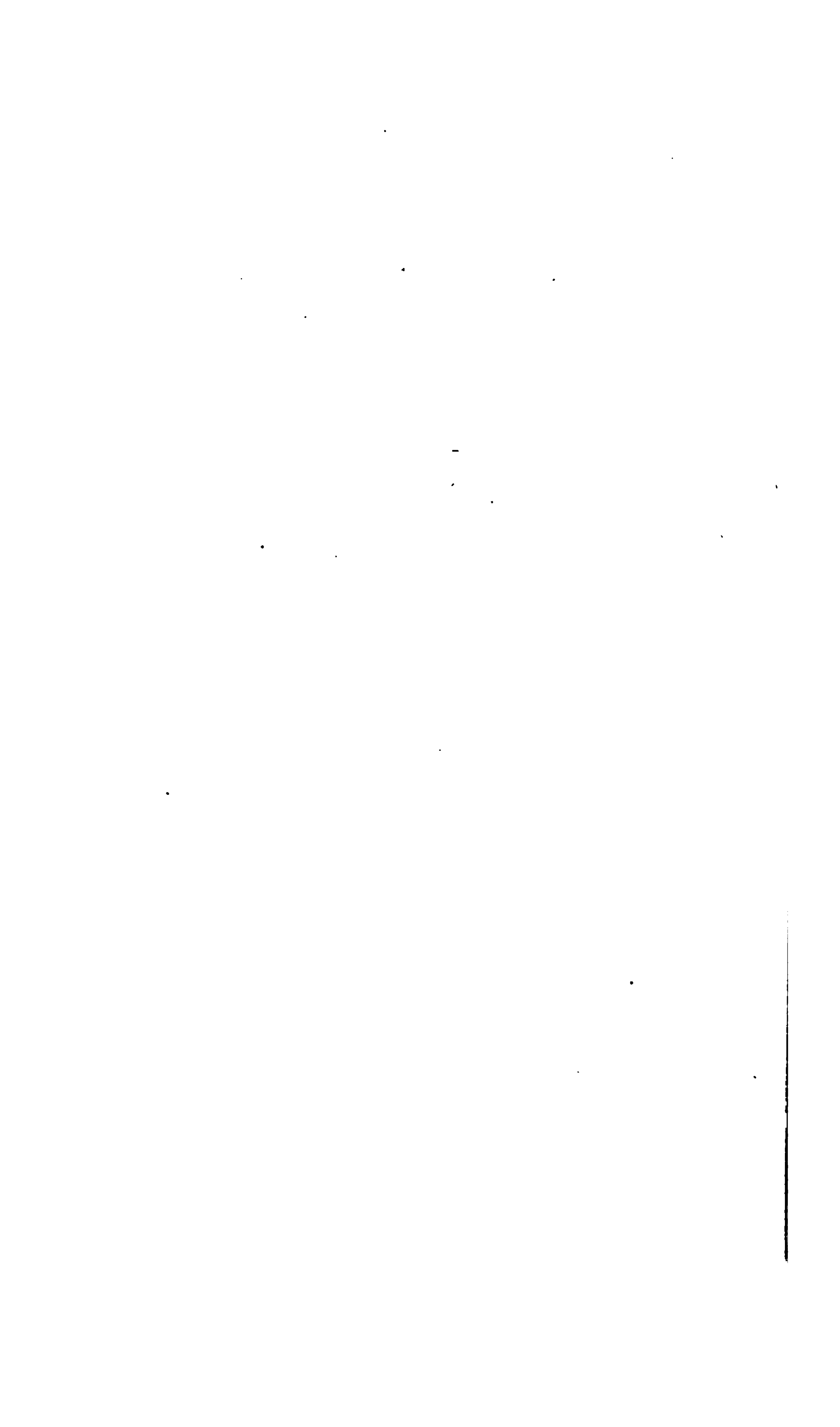


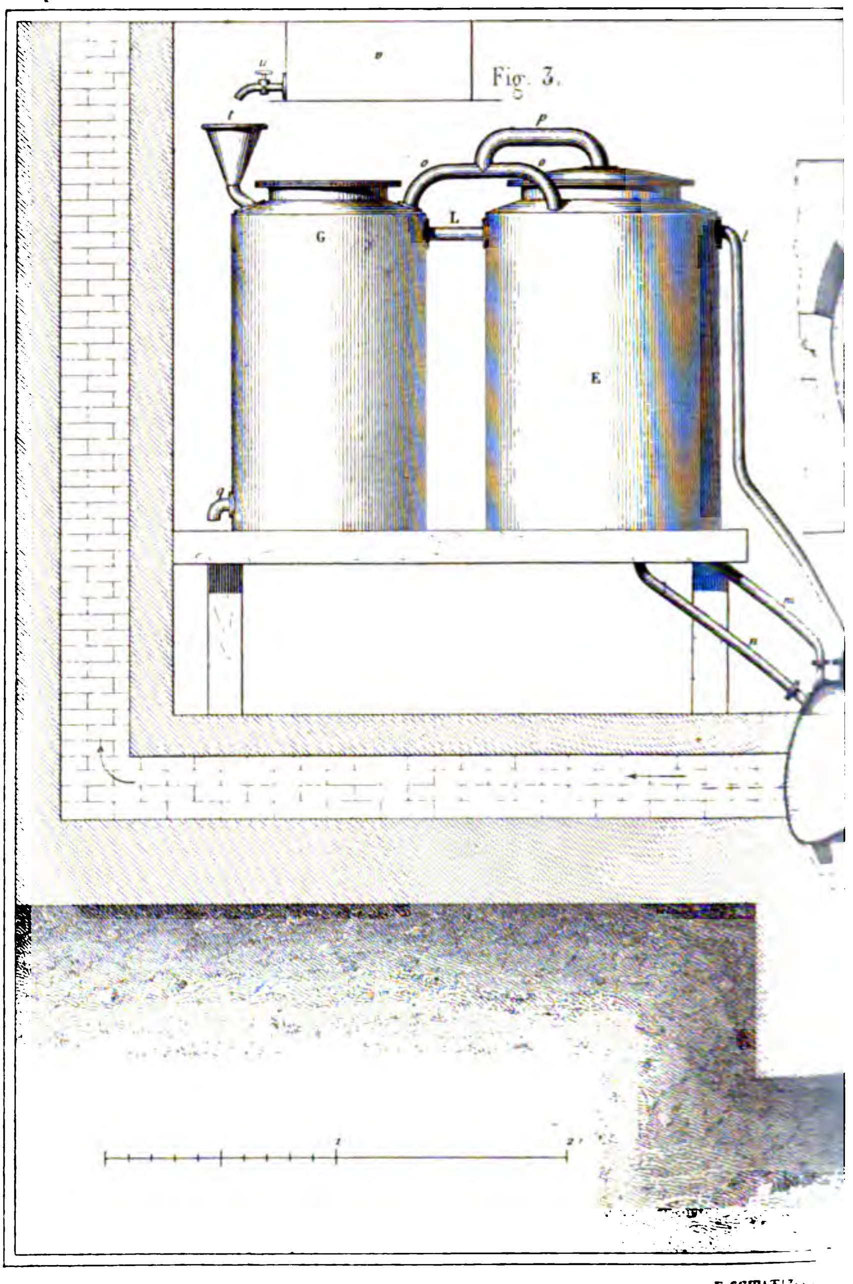




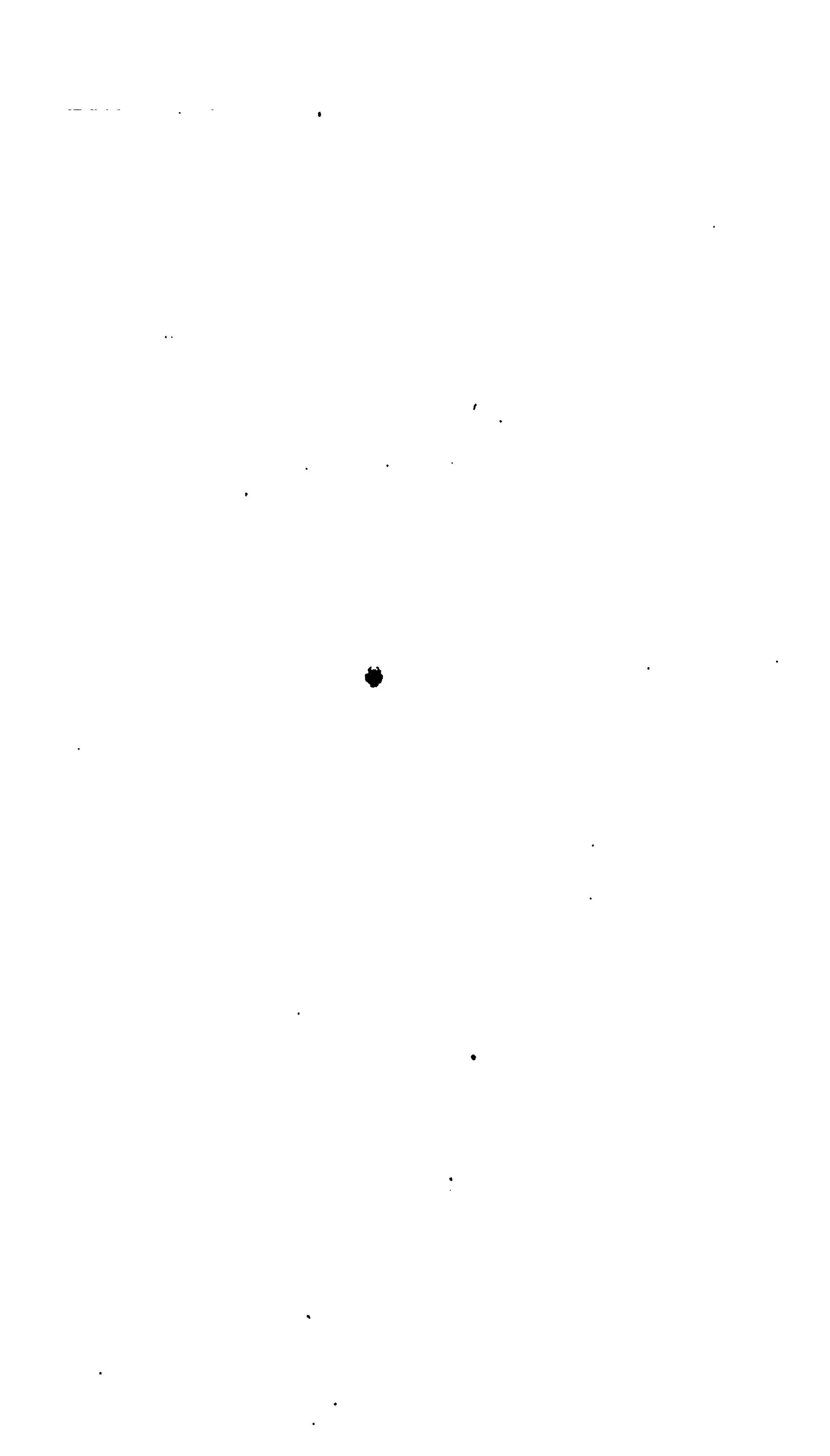

Fig. 5.
Fig. 3.
Fig. 1.
Fig. 2.

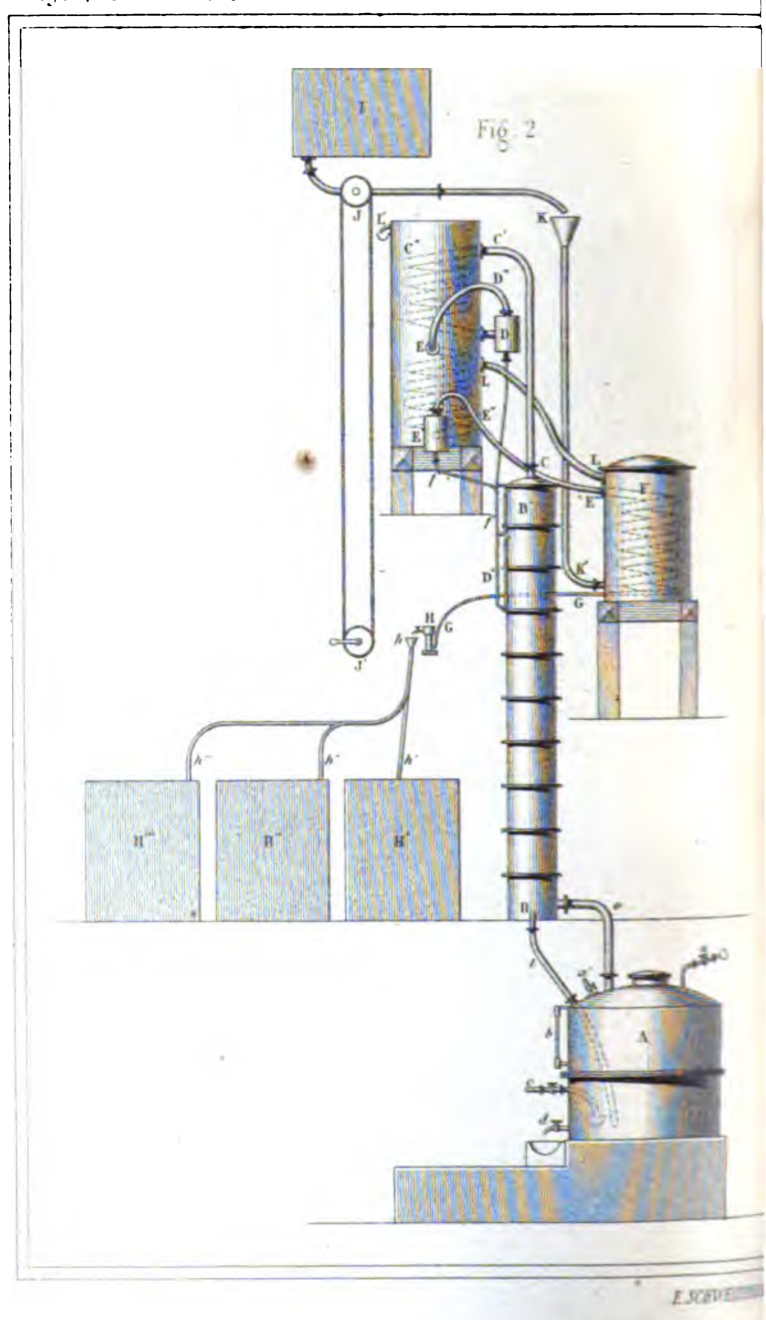

Fig. 4.

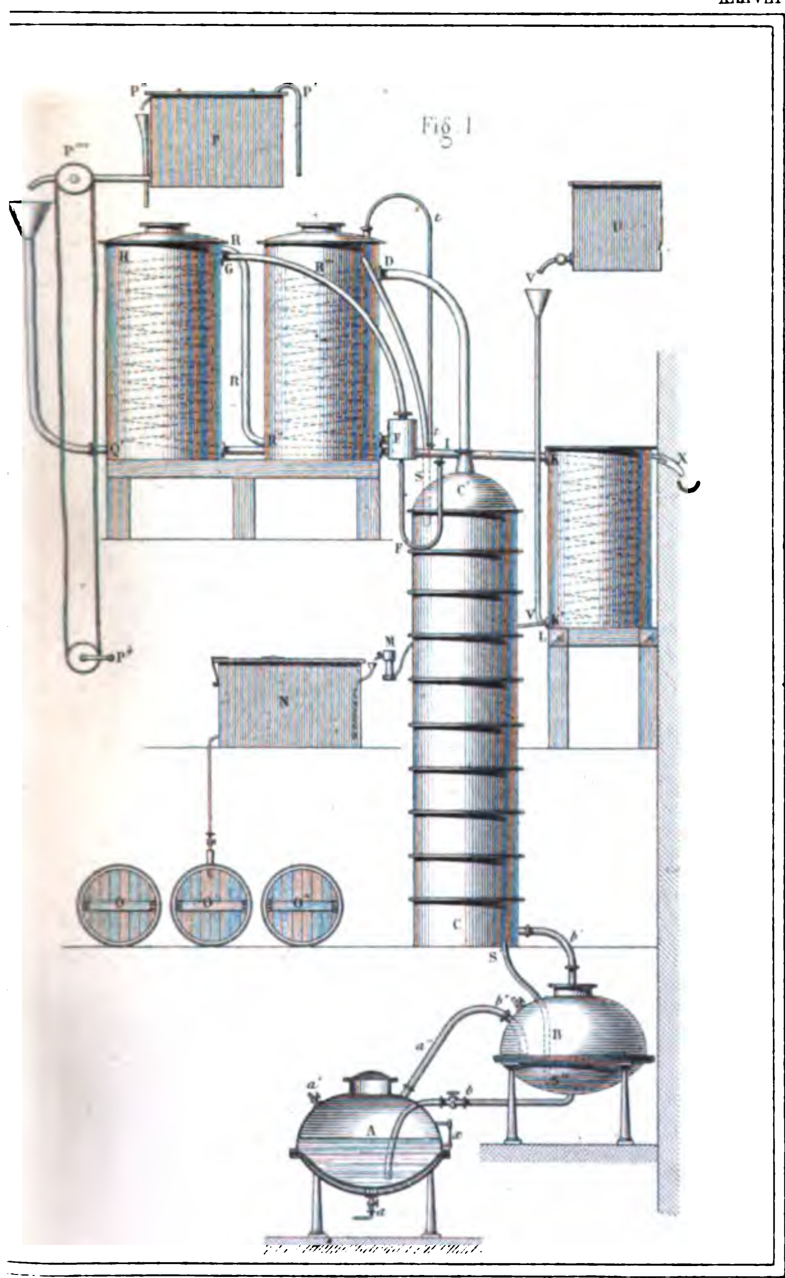


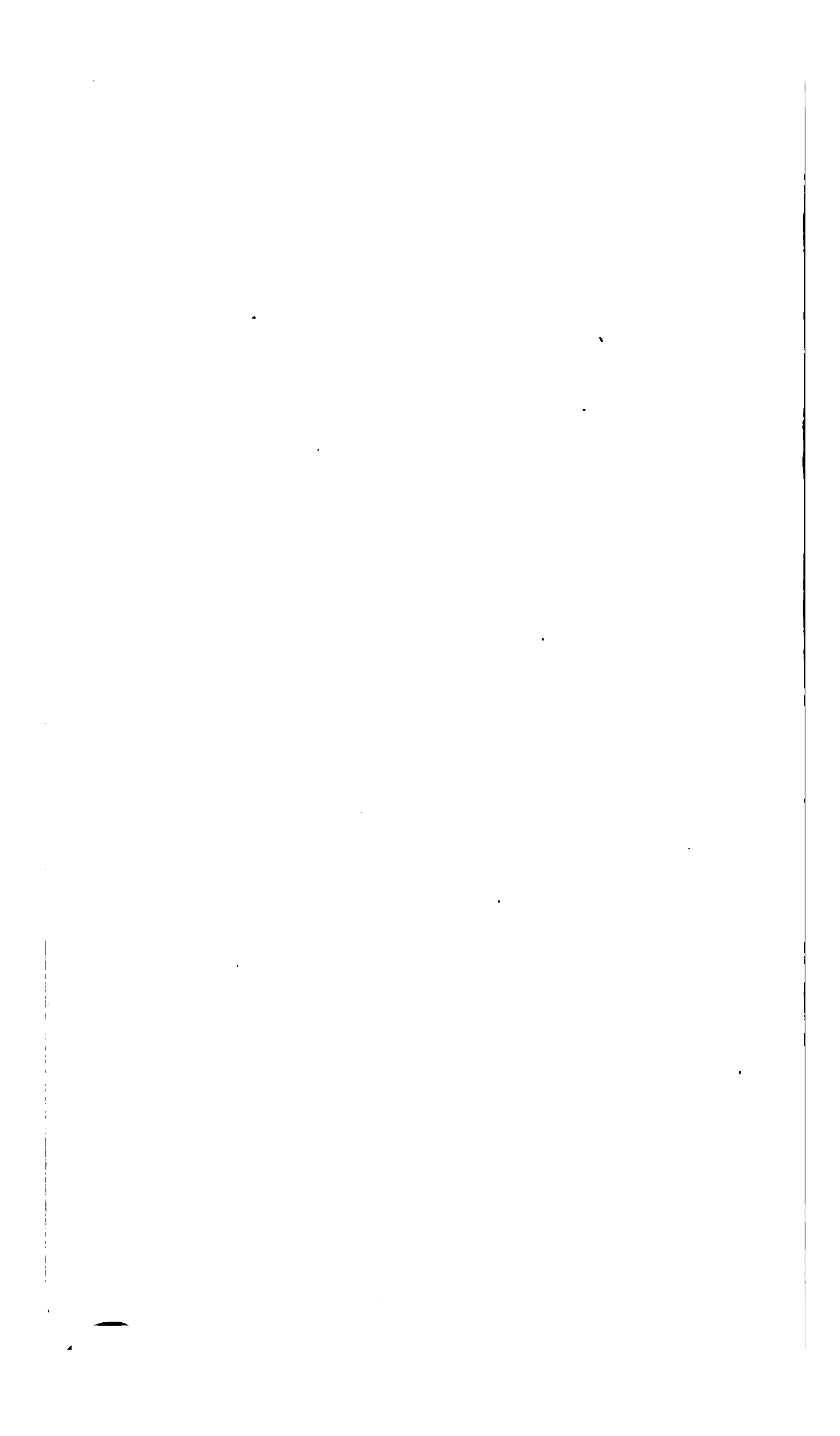

Fig. 3.
G
L
E





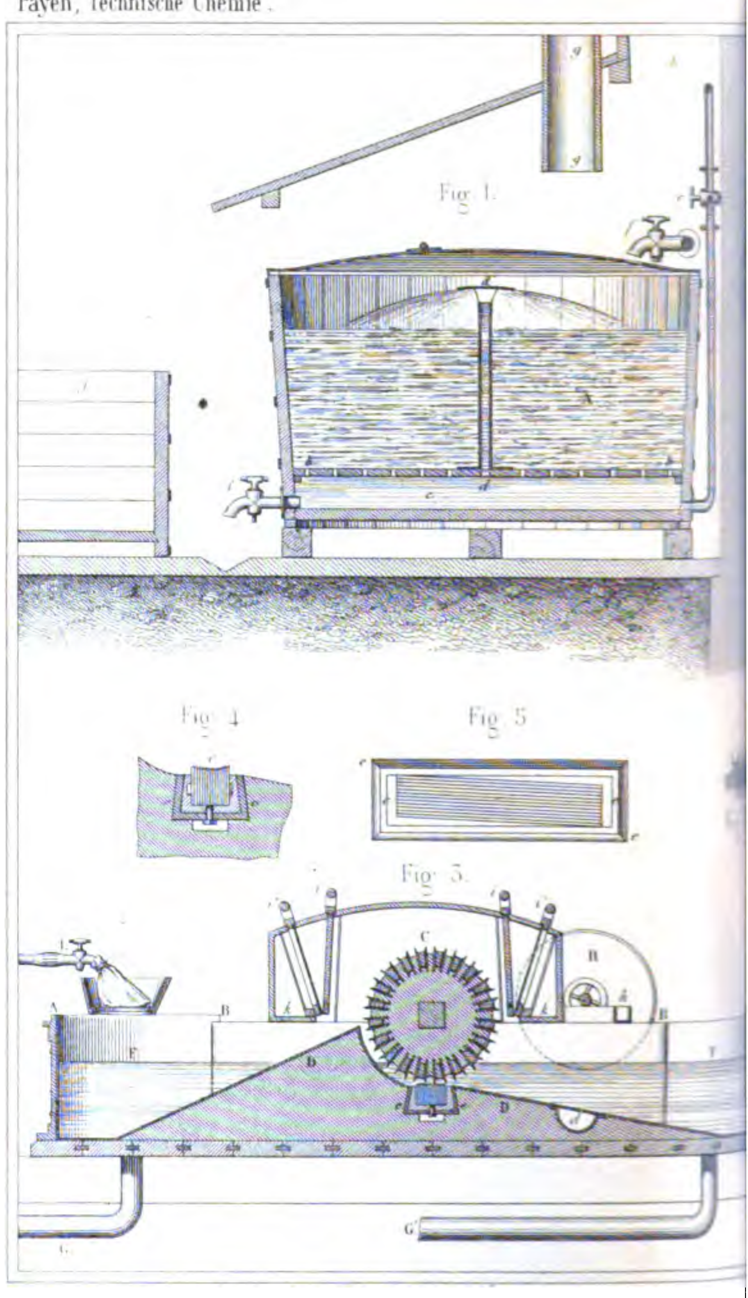

Fig. 2
I
J
J'
K
C'
C''
D''
D
L
E'
C
L
B'
F
D'
G
H
h
h'
h''
h'''
H'''
H''
H'
B
A


Fig. 1
P
U
N
A
B
C
D
G
M
S

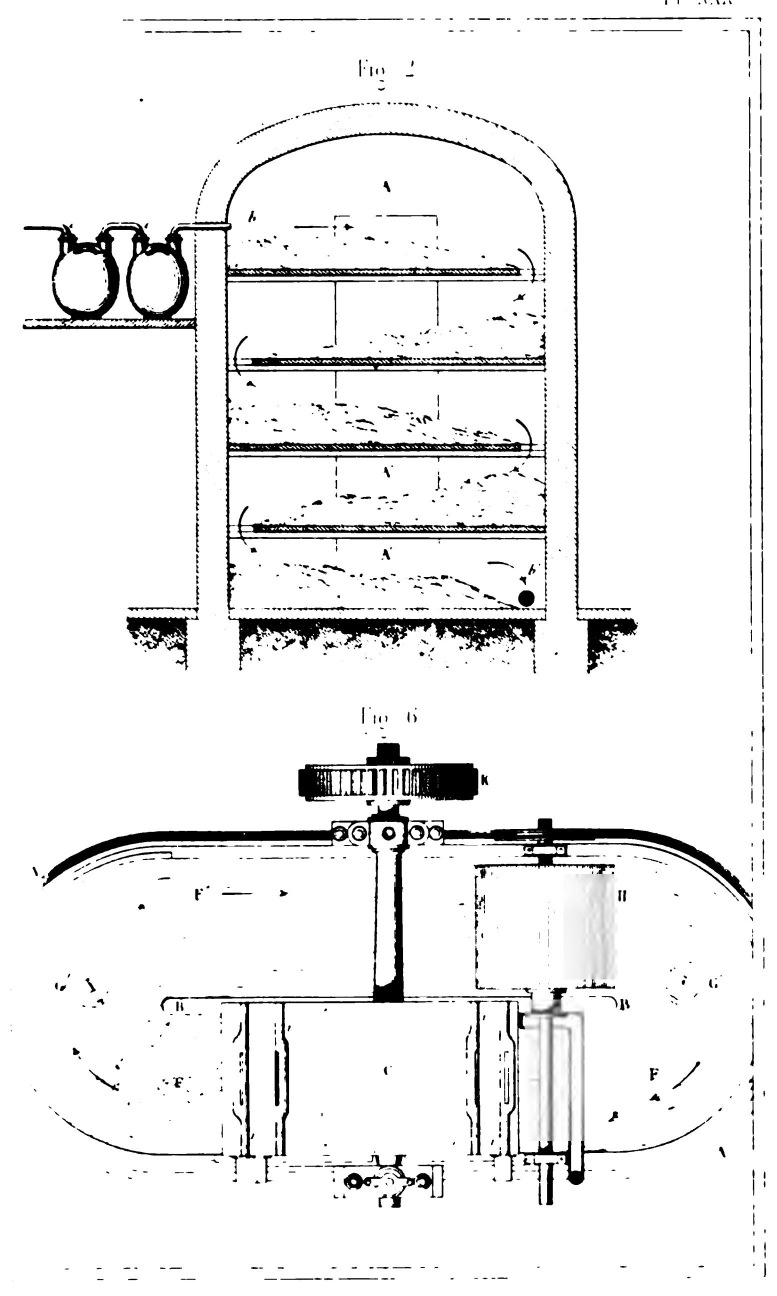




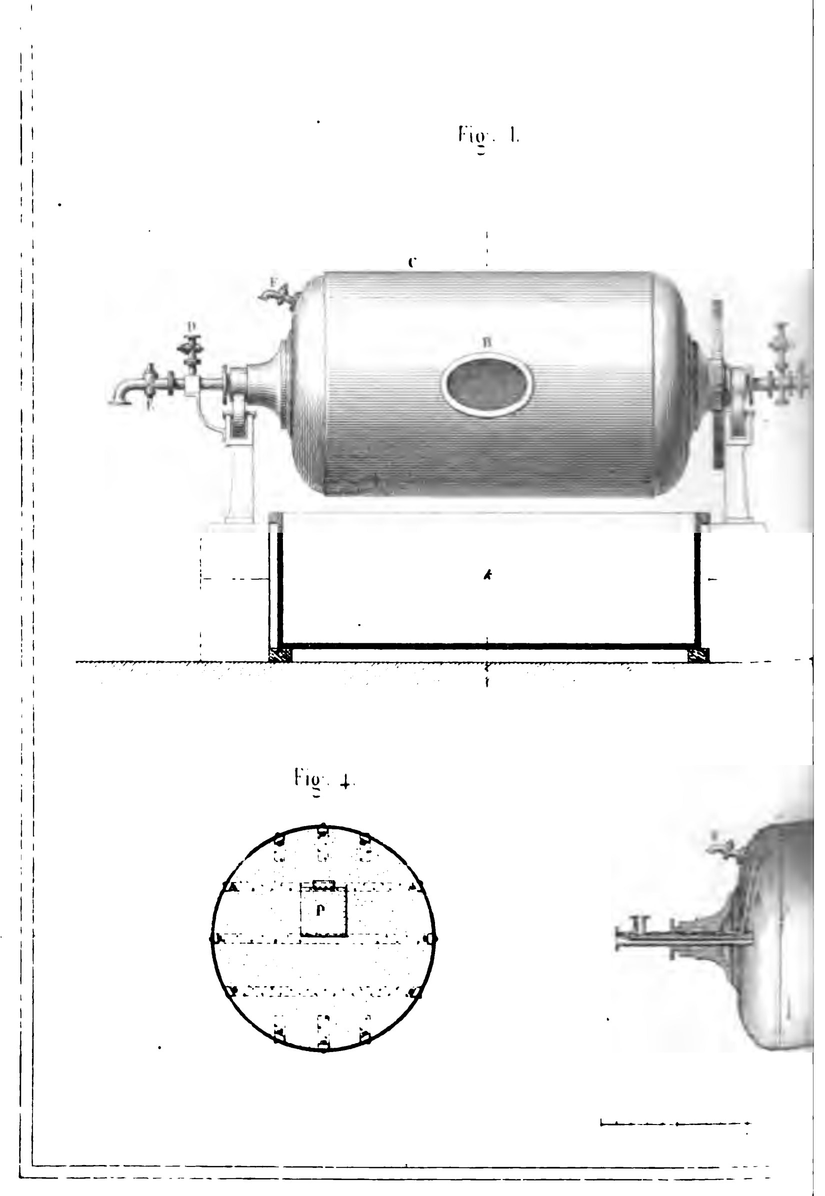
Payen, Technische Chemie.



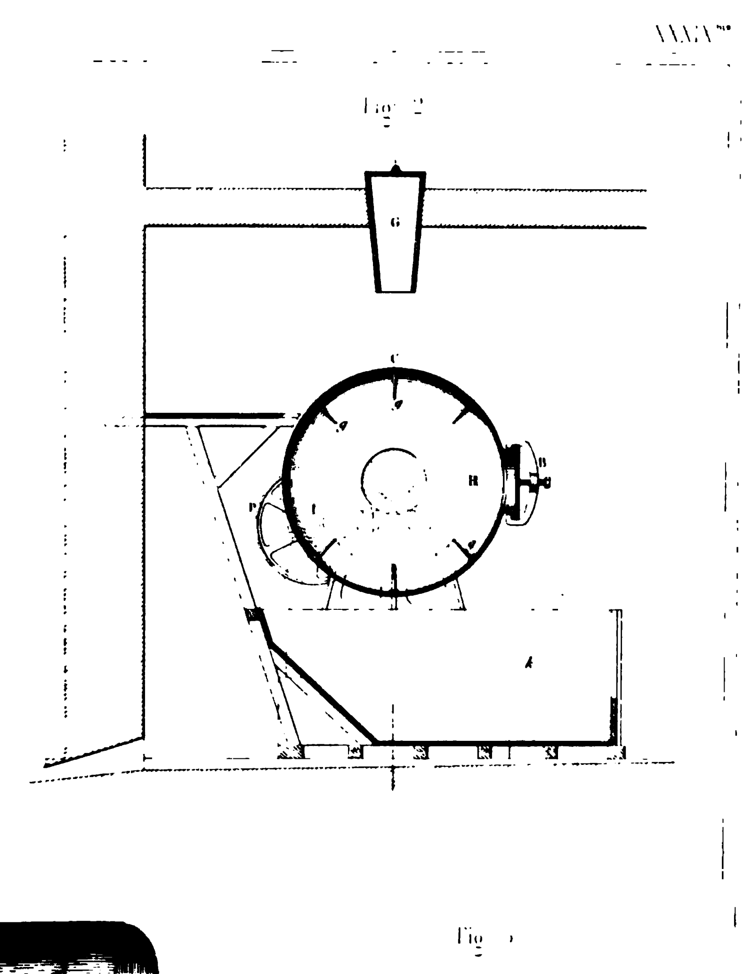
E. SCHW[illegible]

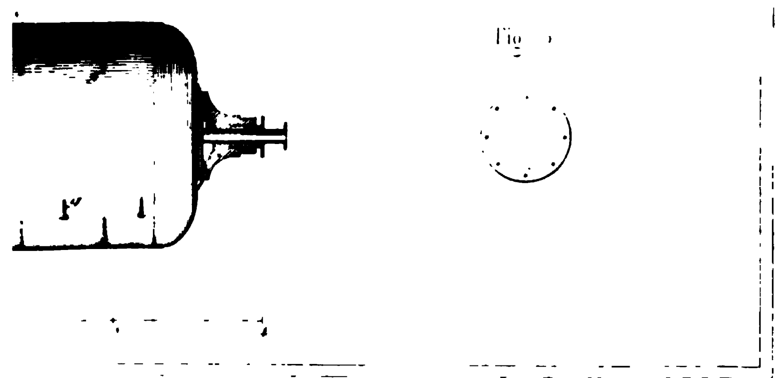

Fig. 2
A
b
A'
A'
b'
Fig. 6
K
F
H
G
G'
B
B
C
F
F

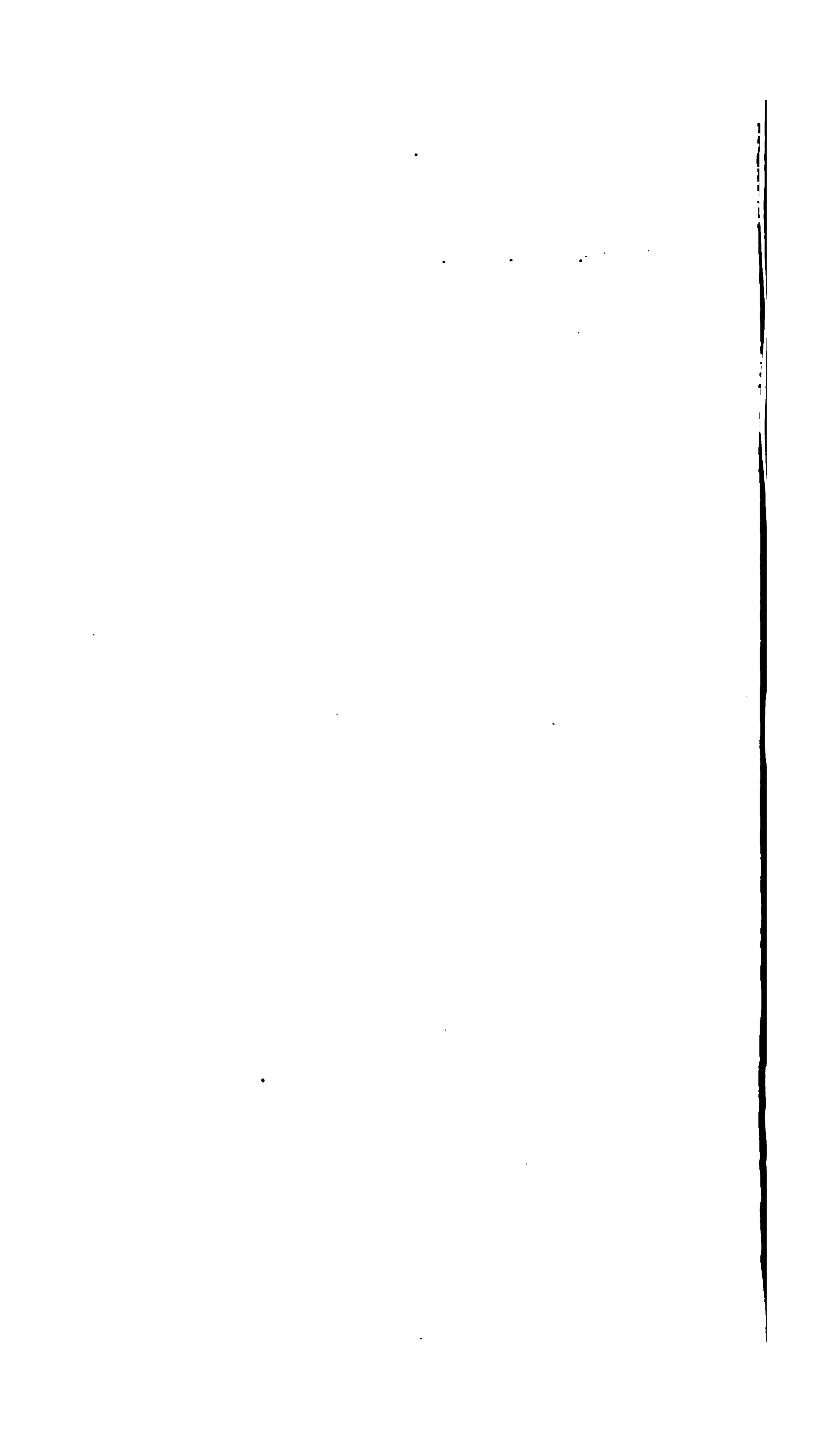




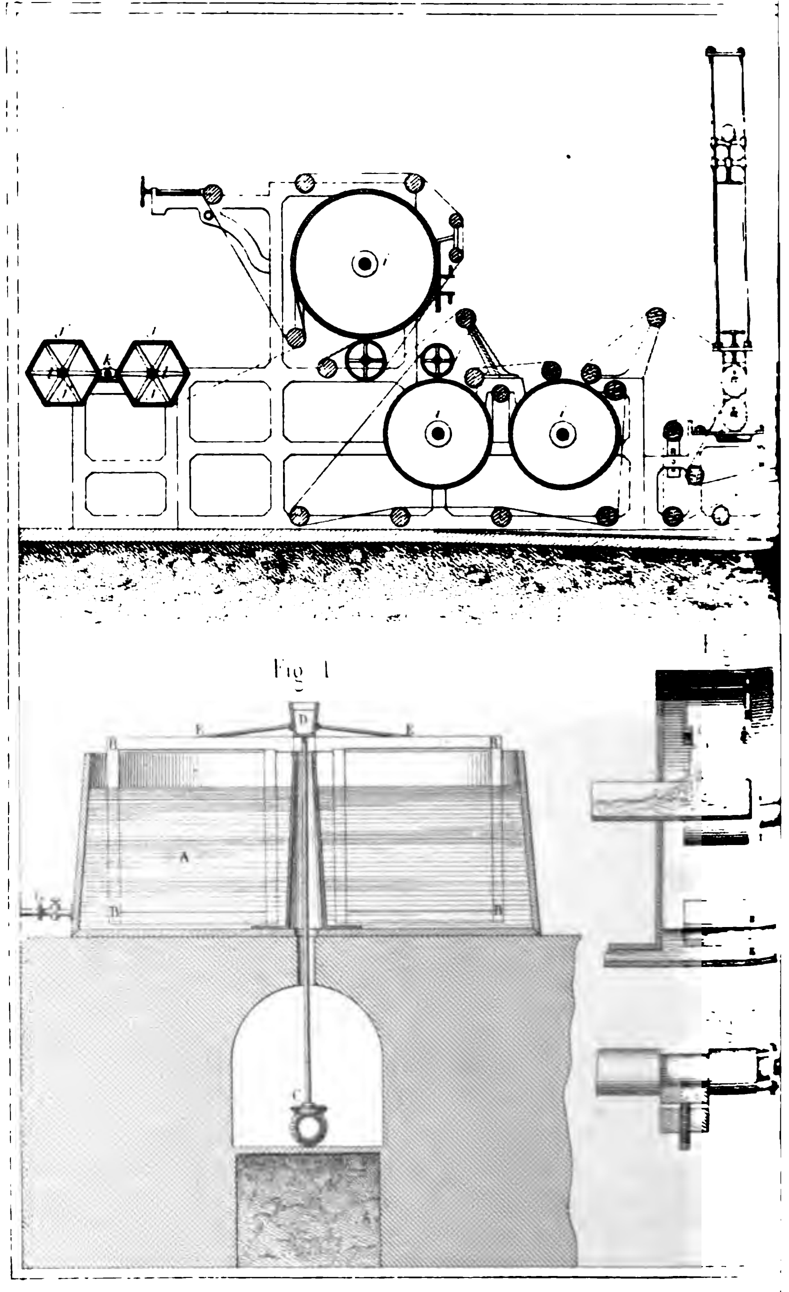
E. SCHWEIZER


Fig. 2
G
C
g
B
R
P
h

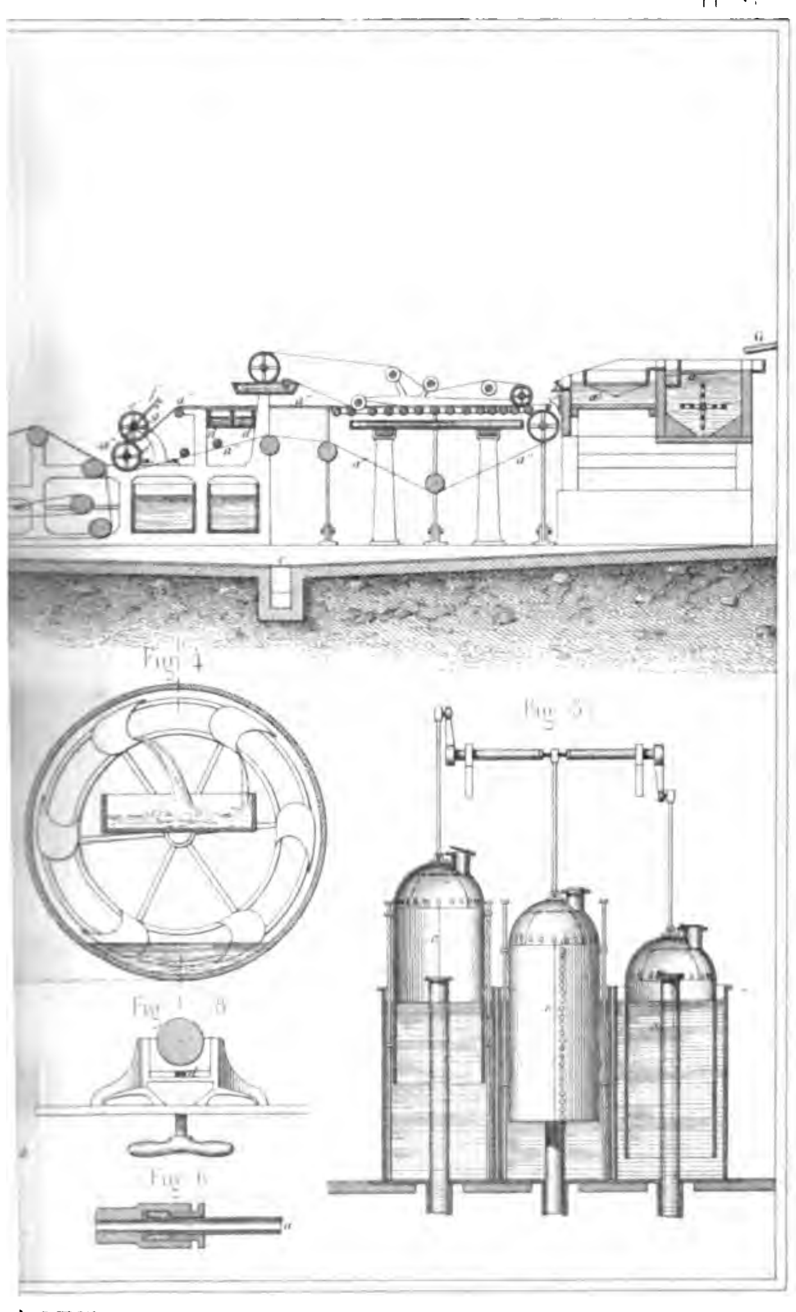

Fig.

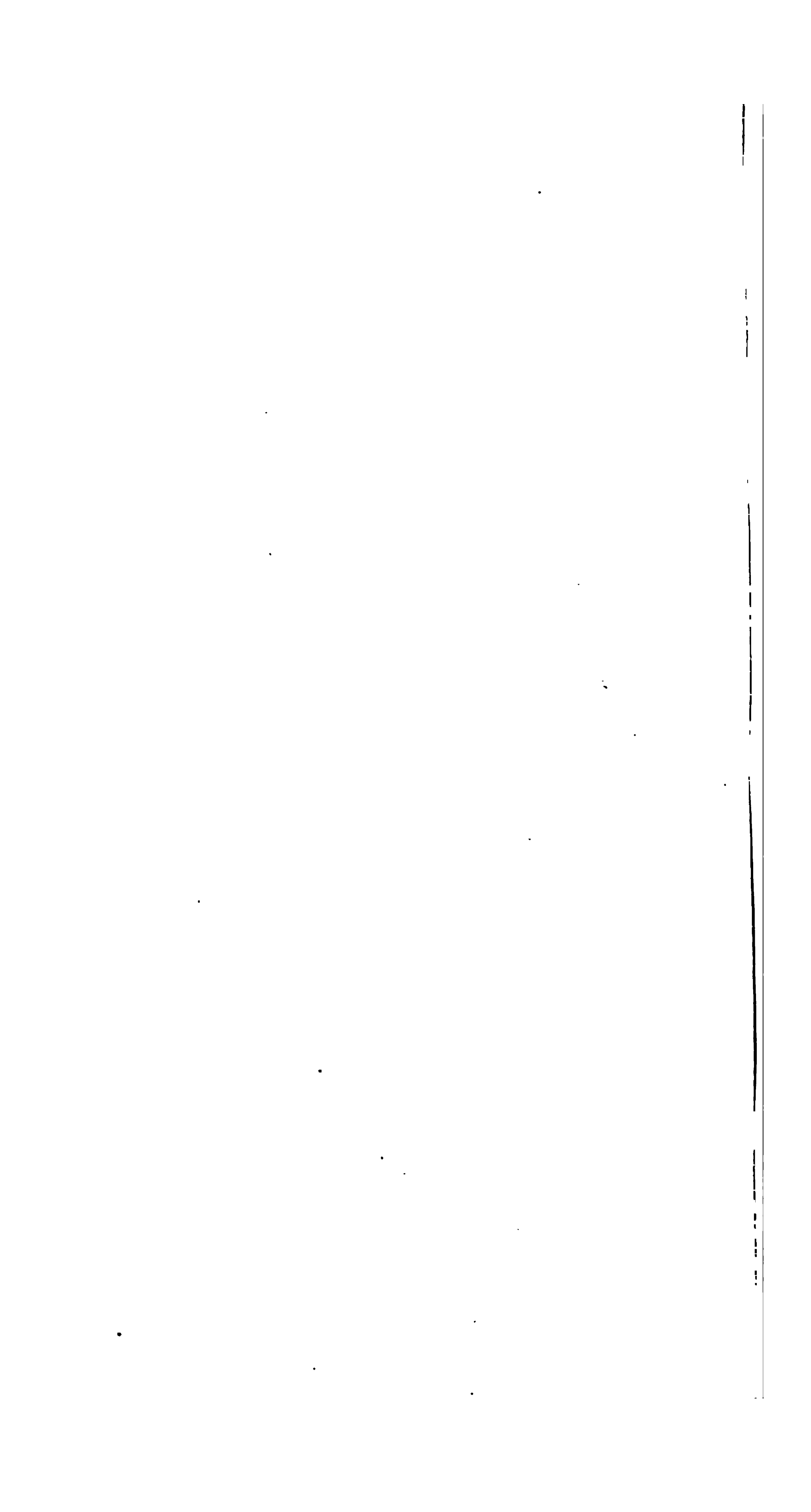


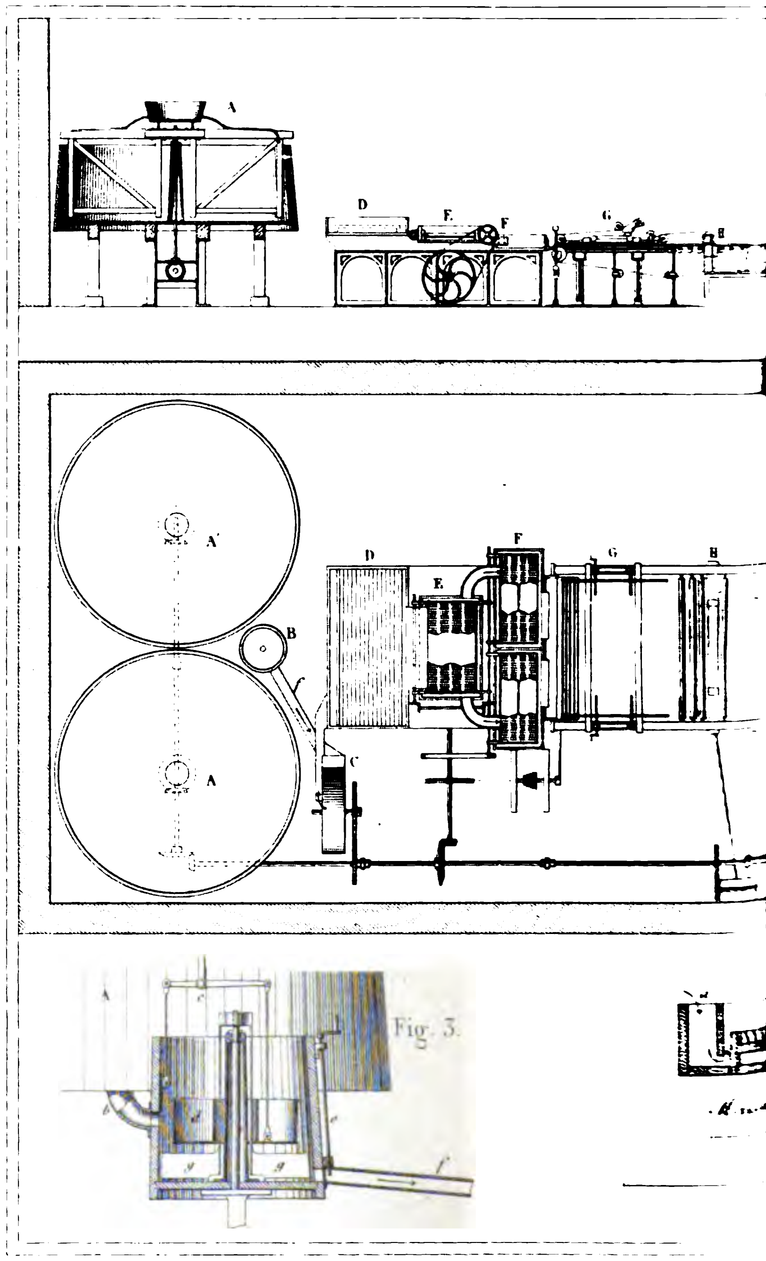


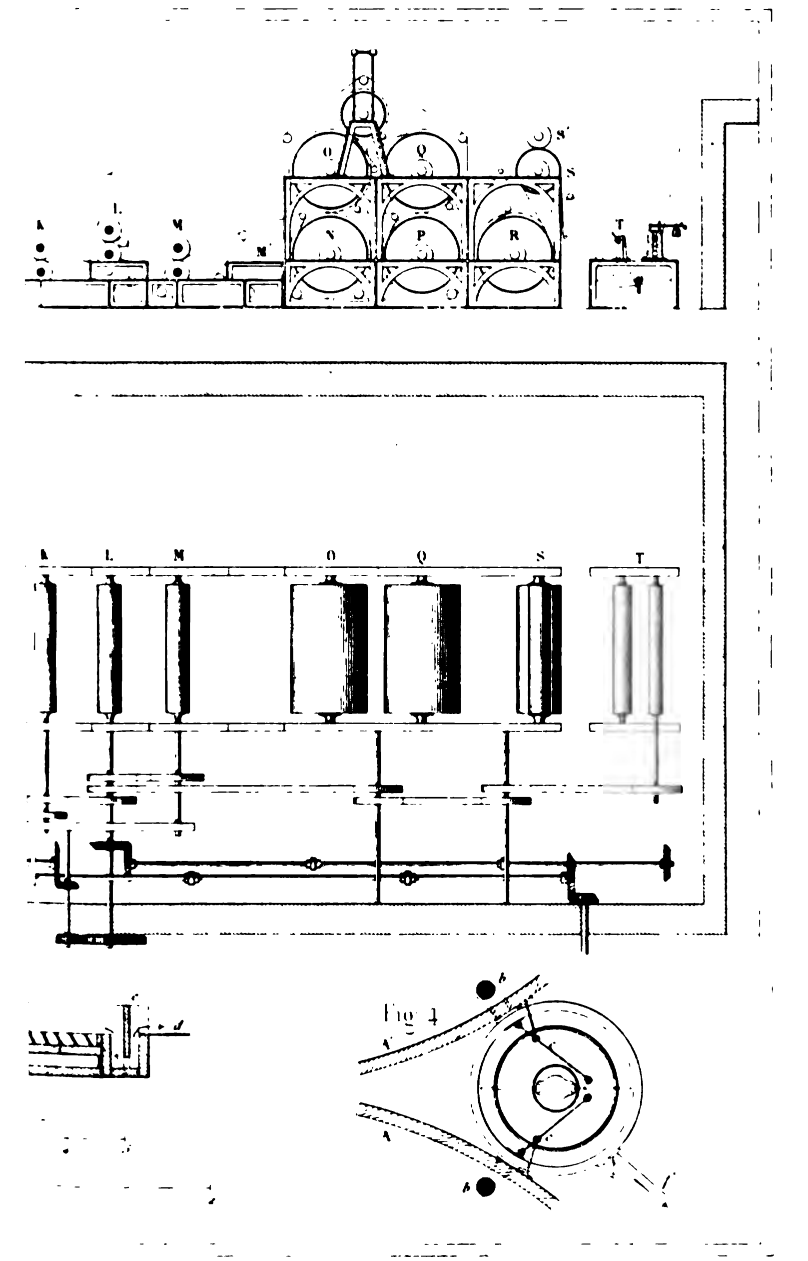


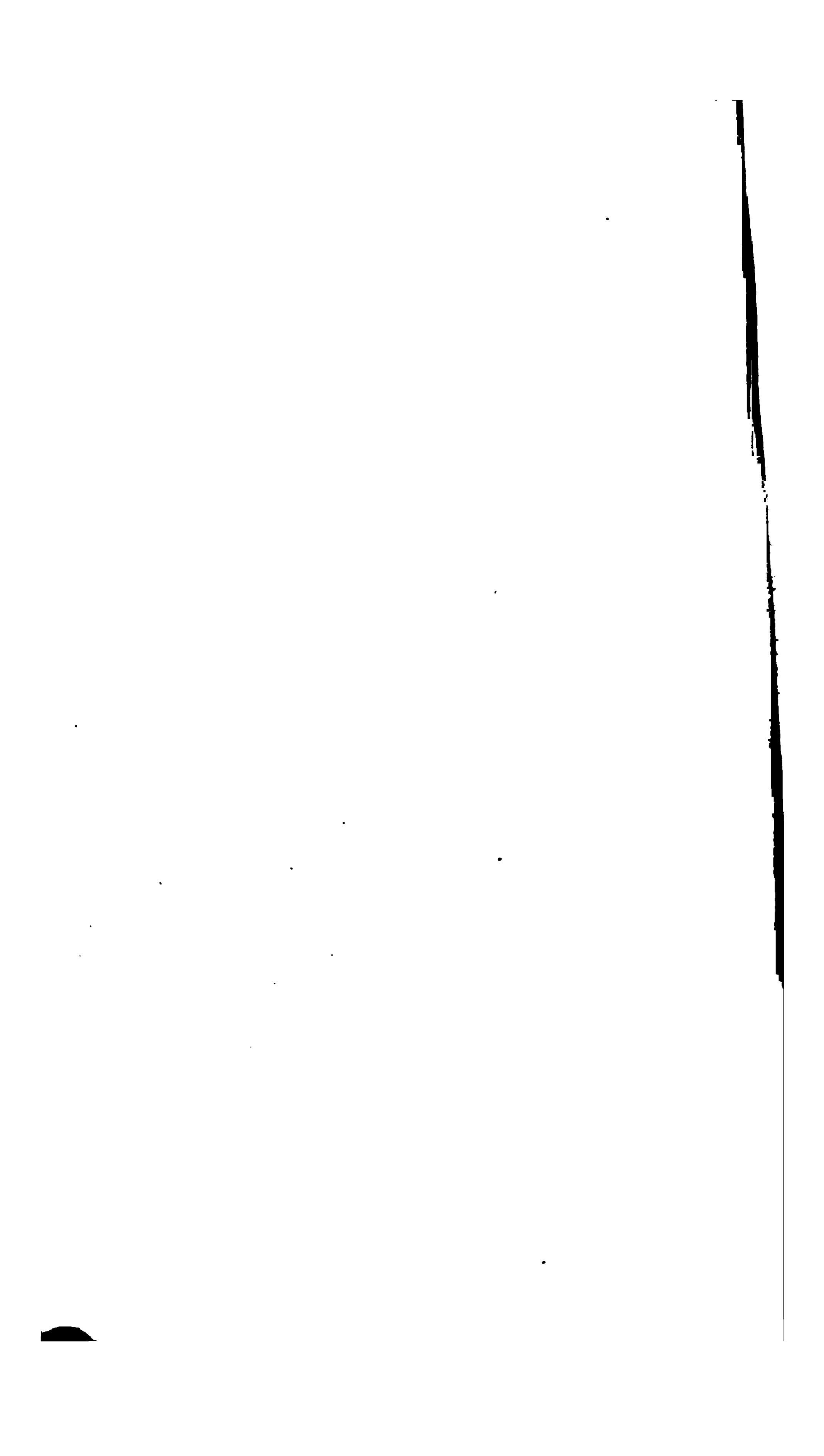
E. SCHWE...

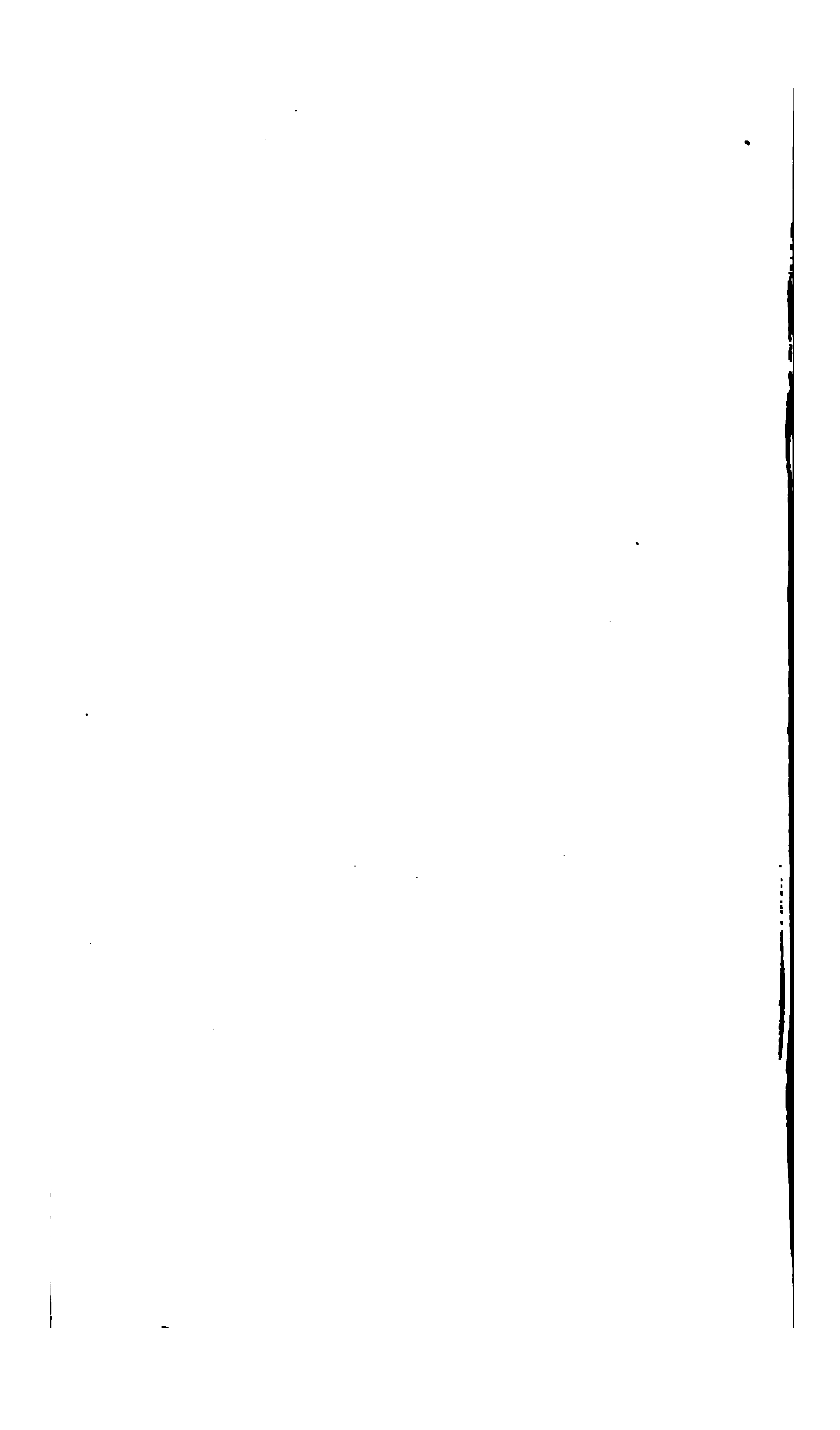

Fig. 4
Fig. 5
Fig. 6



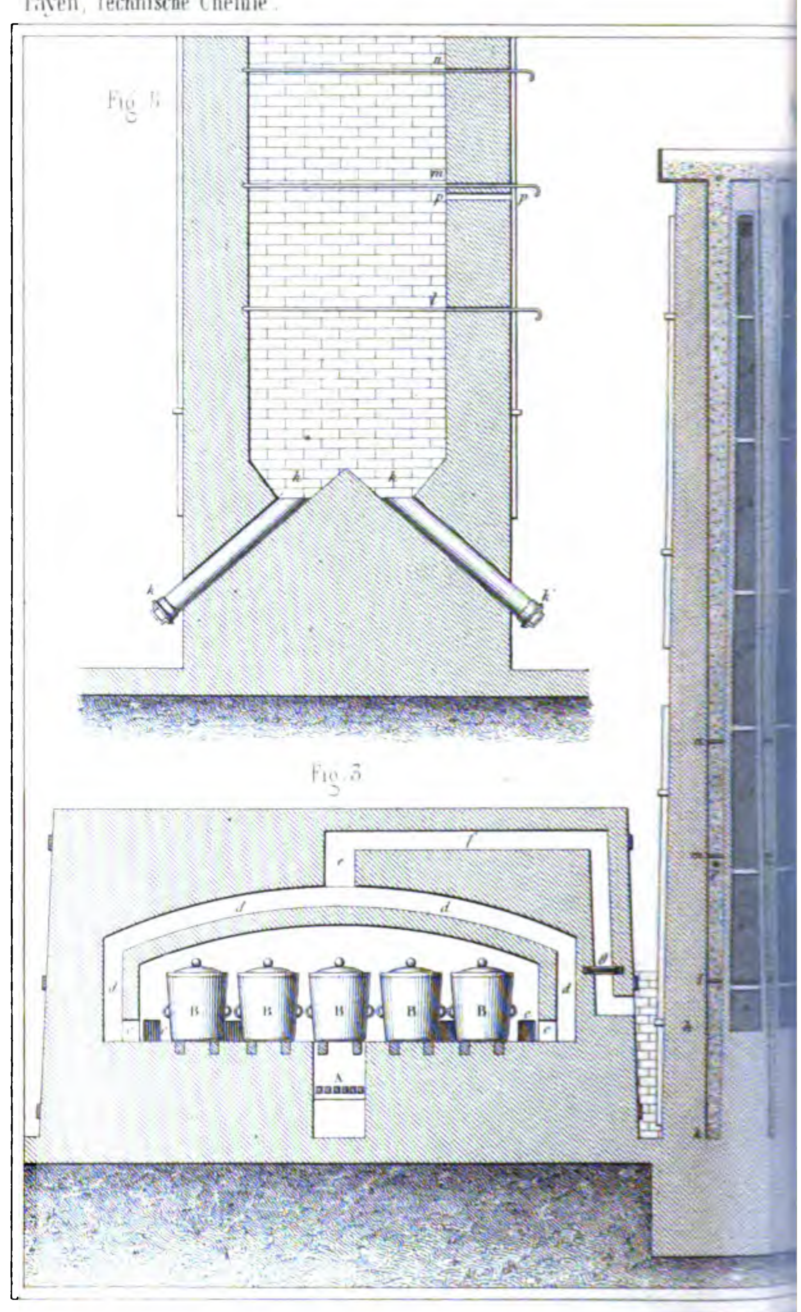

A
D
E
F
G
H
A'
B
C
A
Fig. 3.

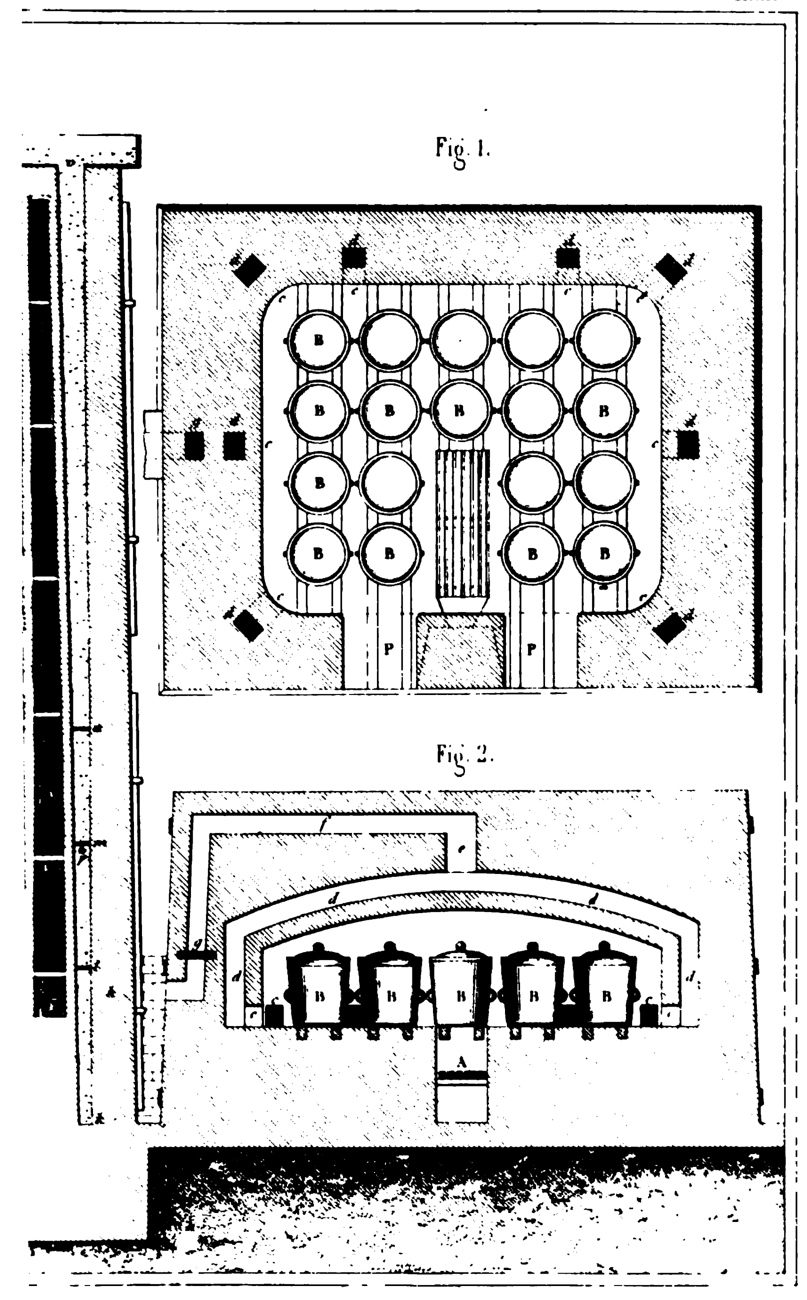

K
L
M
M'
O
Q
S'
S
N
P
R
T
K
L
M
O
Q
S
T
Fig. 4
b
A
A
b
d



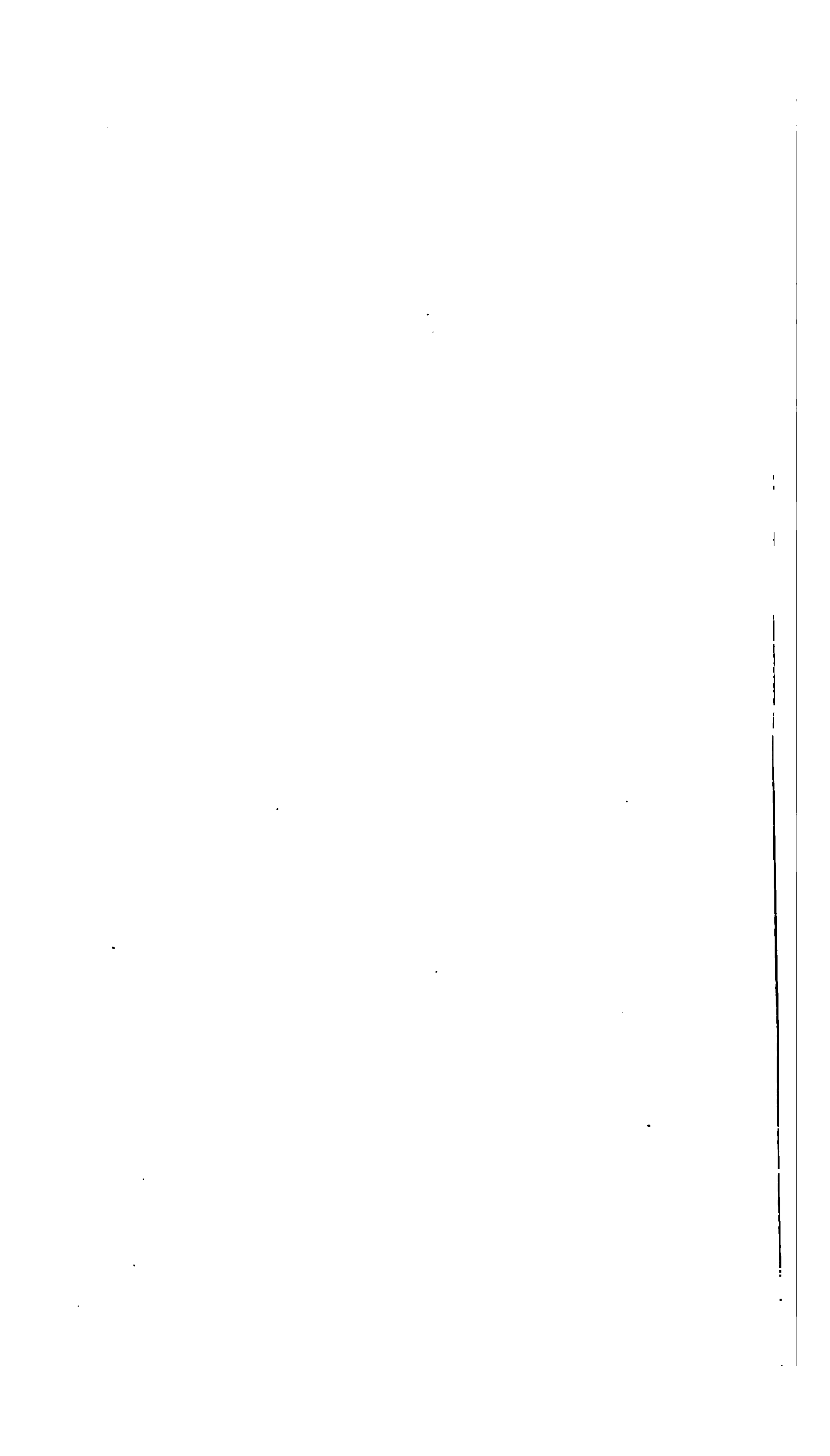




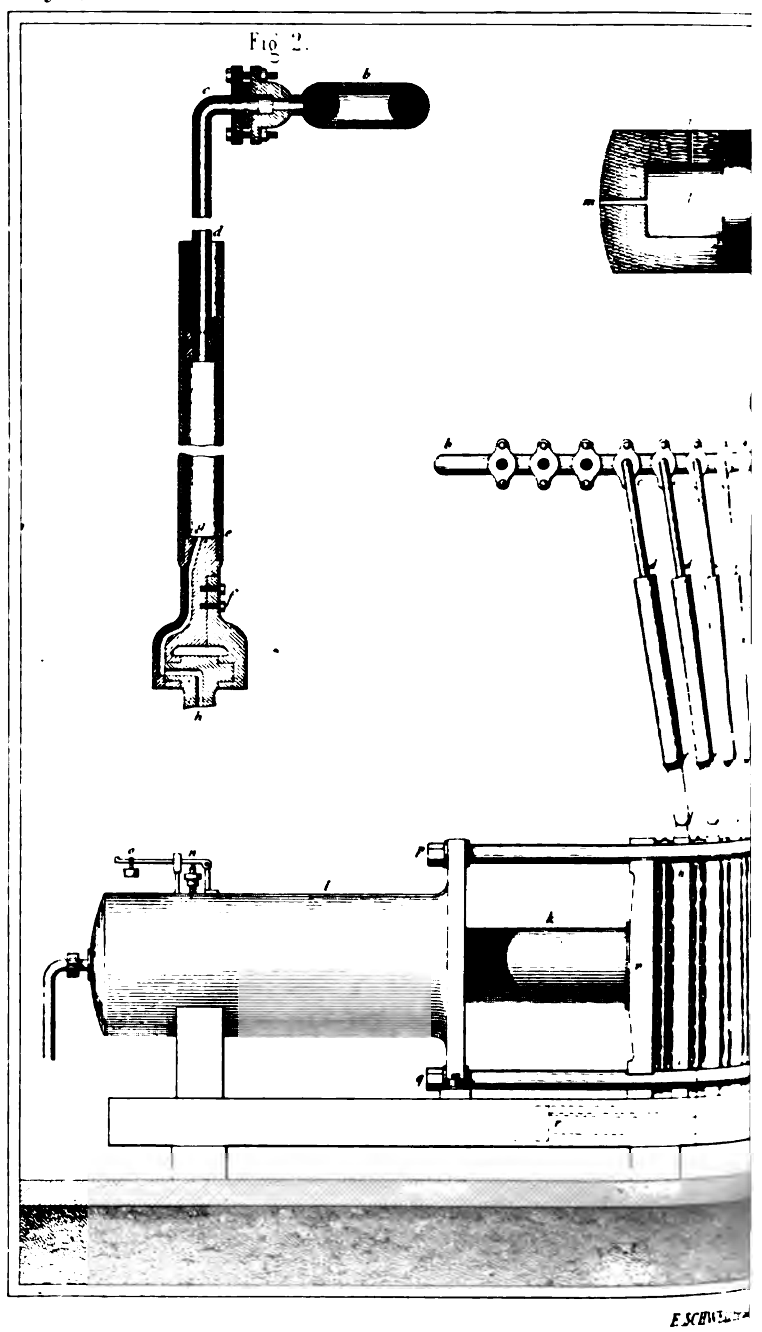

Fig. 8
n
m
p
p
l
k
k
k
k'
Fig. 3
f
e
d
d
d
d
g
B
B
B
B
B
c
c
c
A

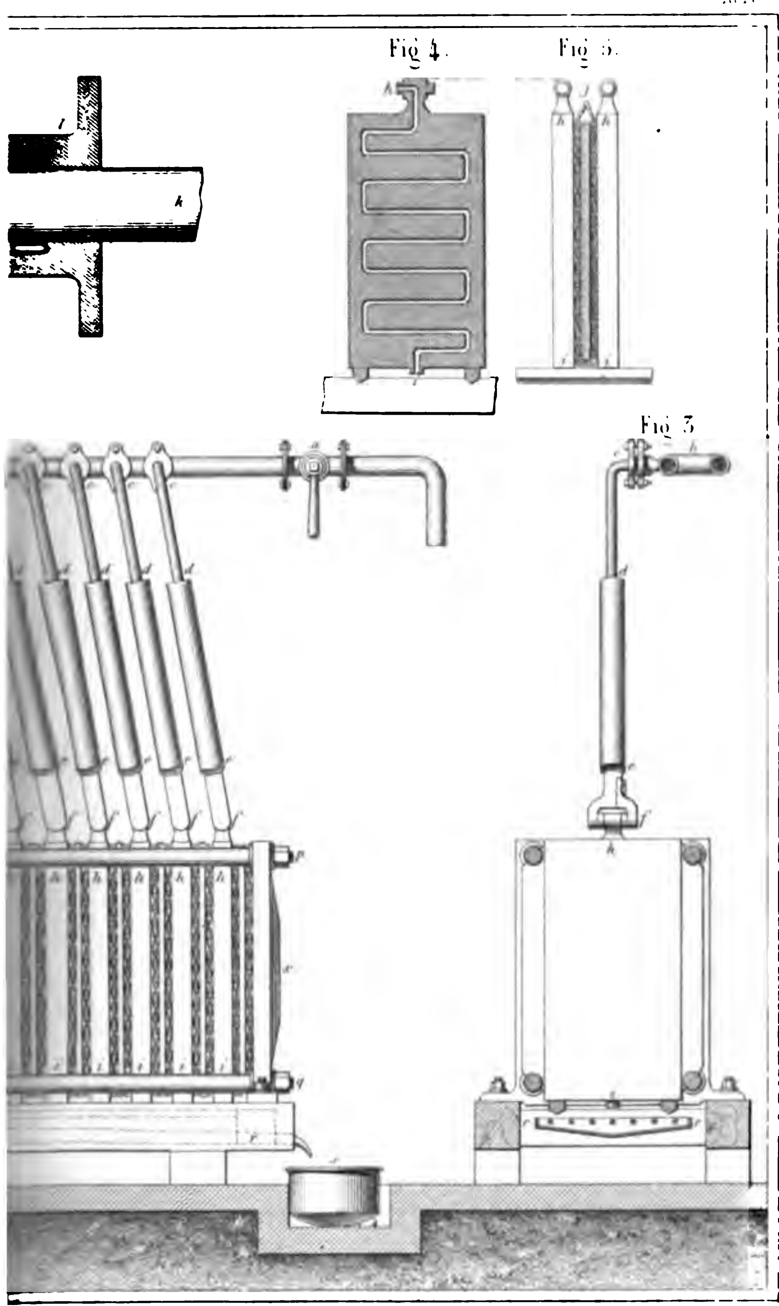


AG (E KOCH)



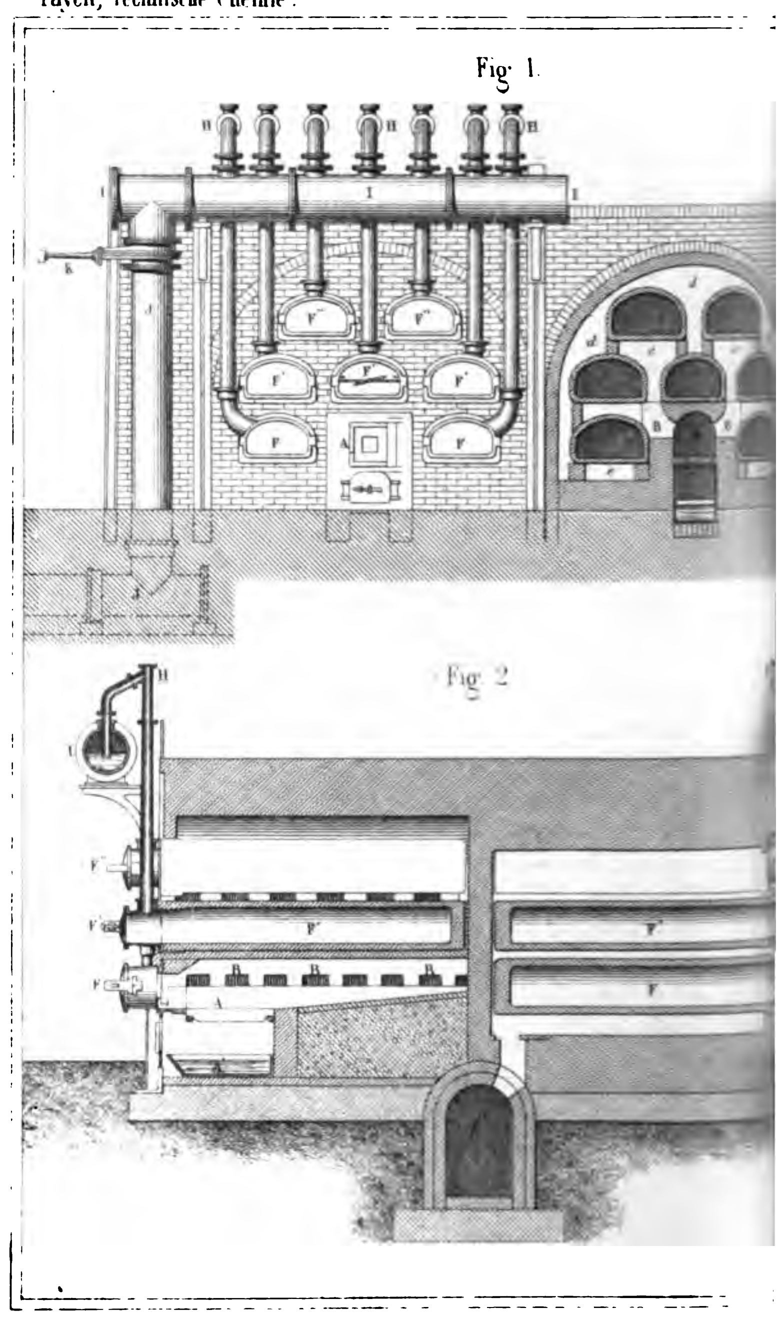



Fig 2.

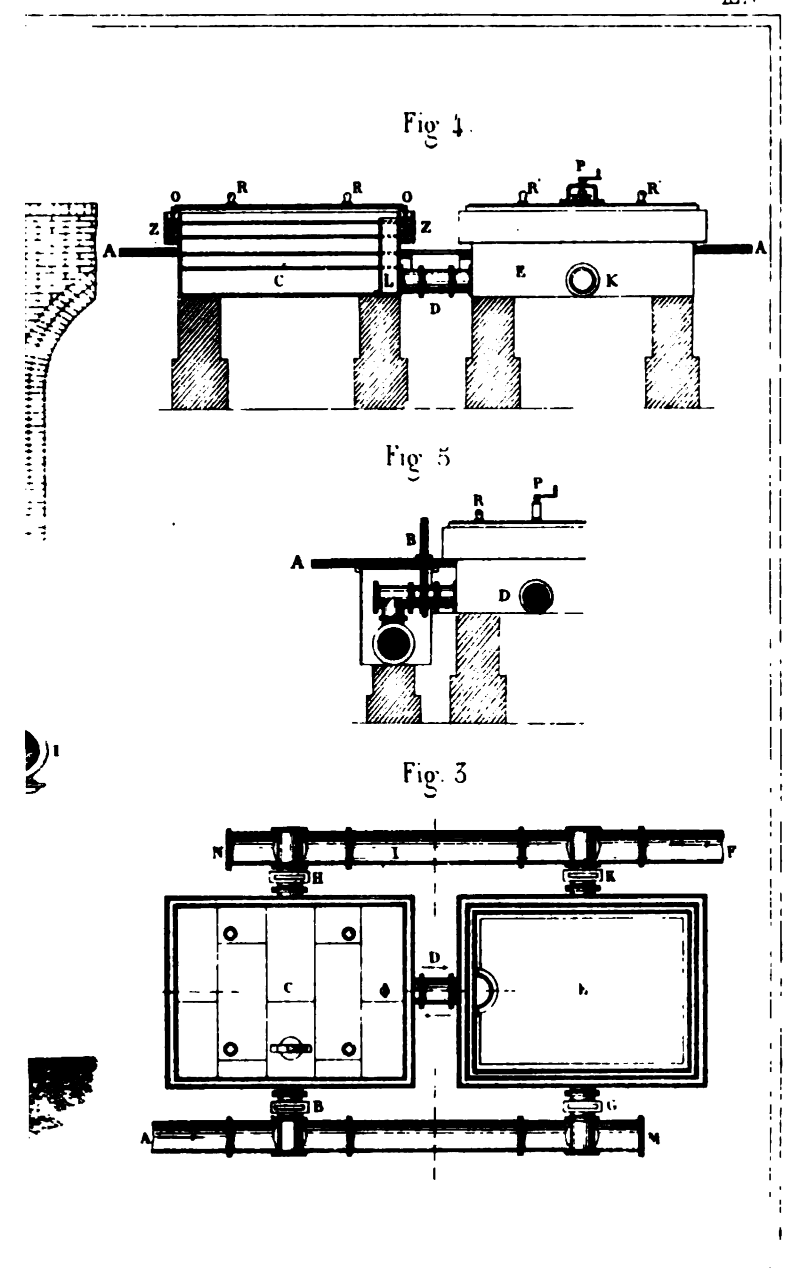


RLAG (E KOCH)

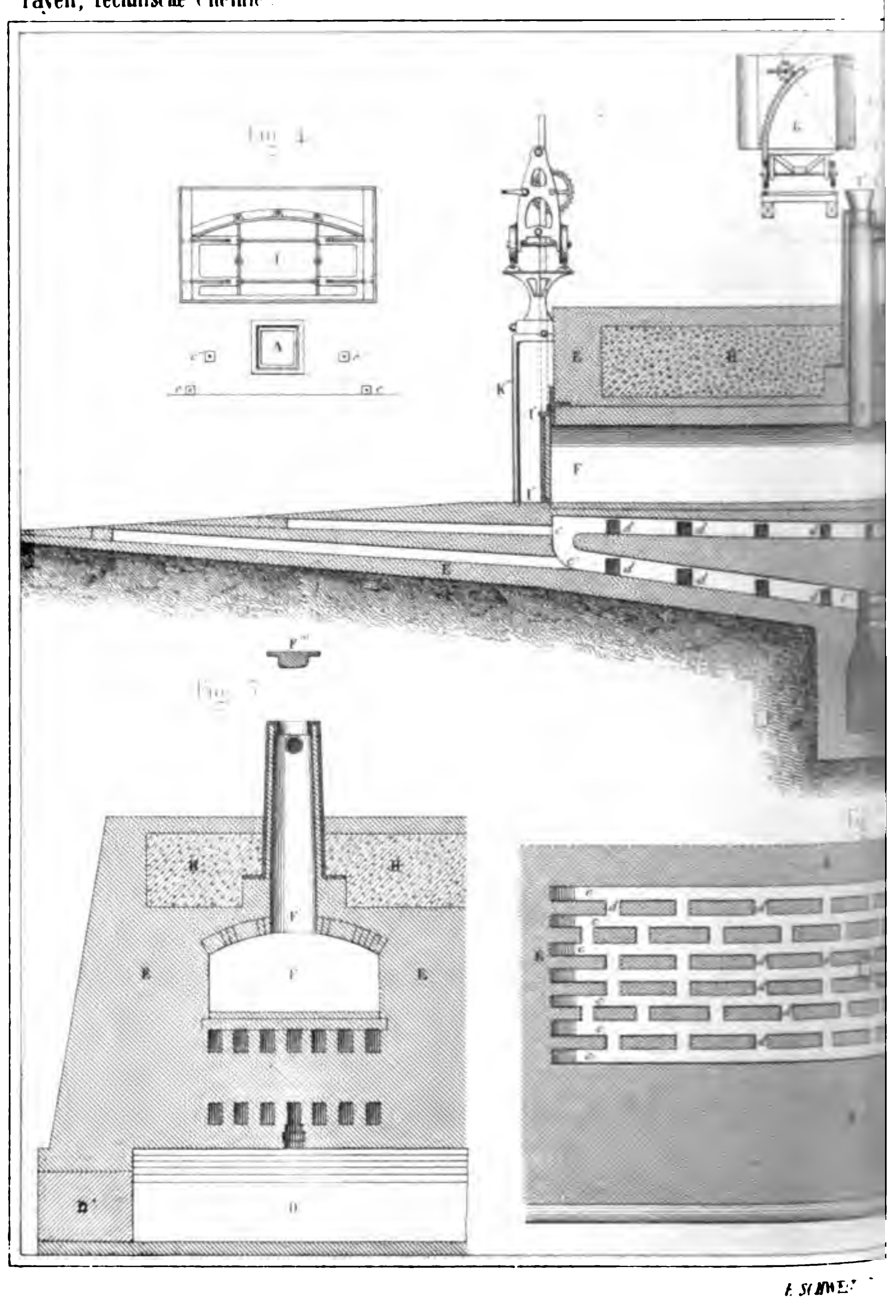


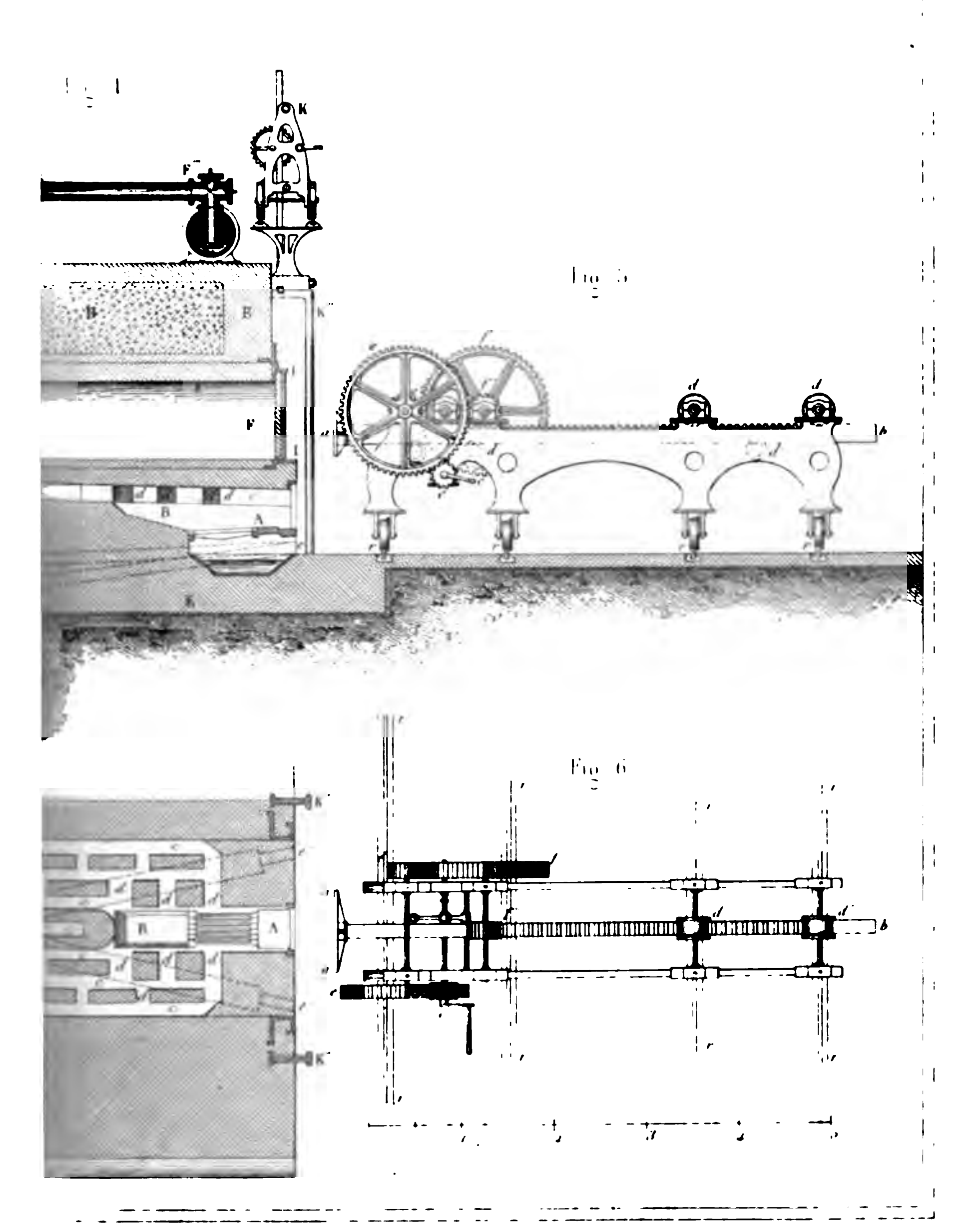


F. SCHWEIZ


Fig. 4.
O
R
R
O
P
R'
R'
Z
Z
A
A
C
L
E
K
D
Fig. 5
R
P
B
A
D
Fig. 3
N
I
F
H
K
D
C
B
G
A
M

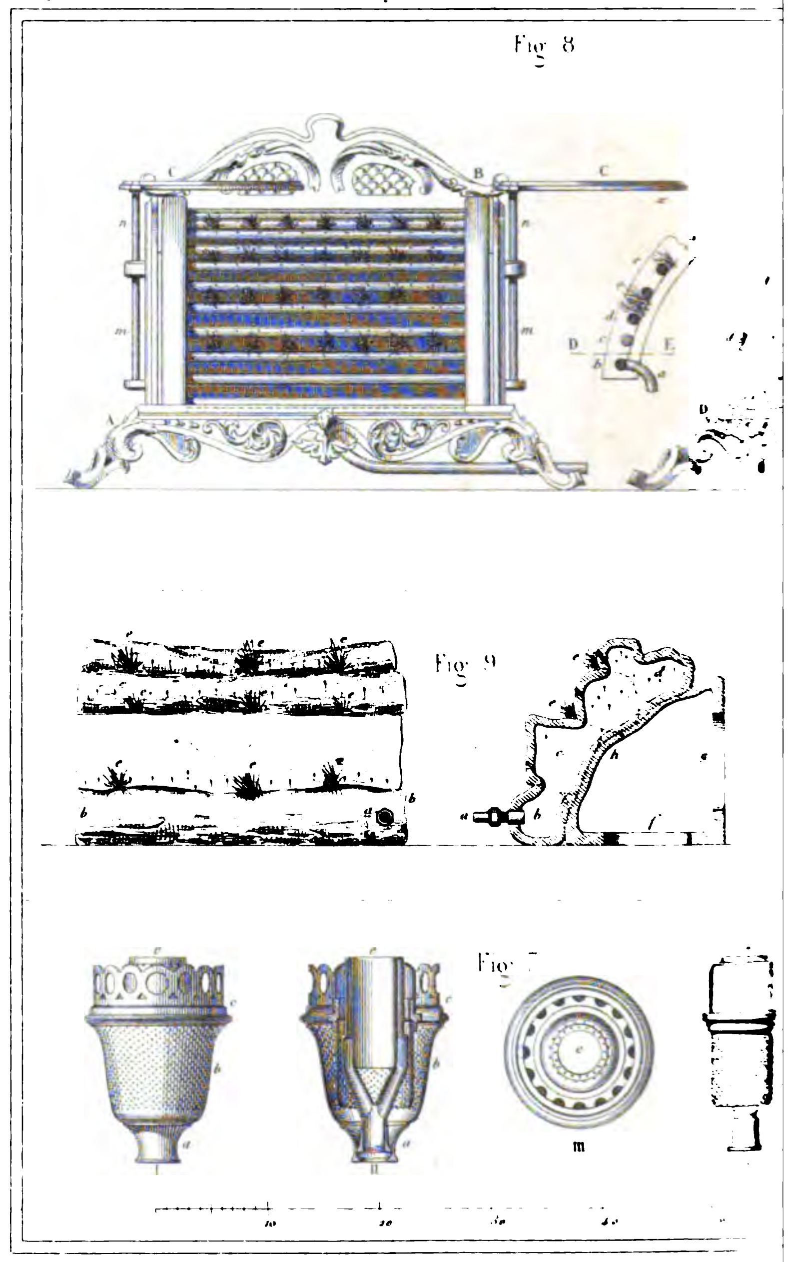


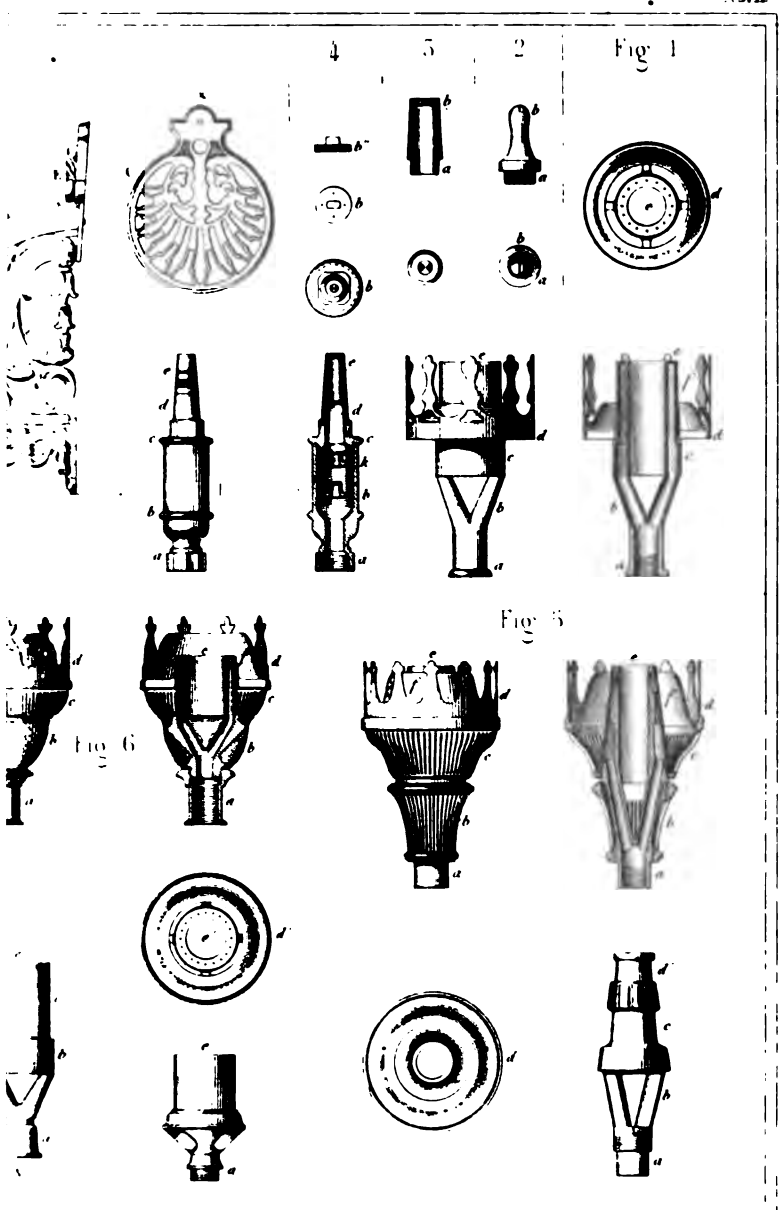

Fig. 4.
A
E
H
F
K
E
Fig. 7.
H
H
F
F
E
E
D
D'

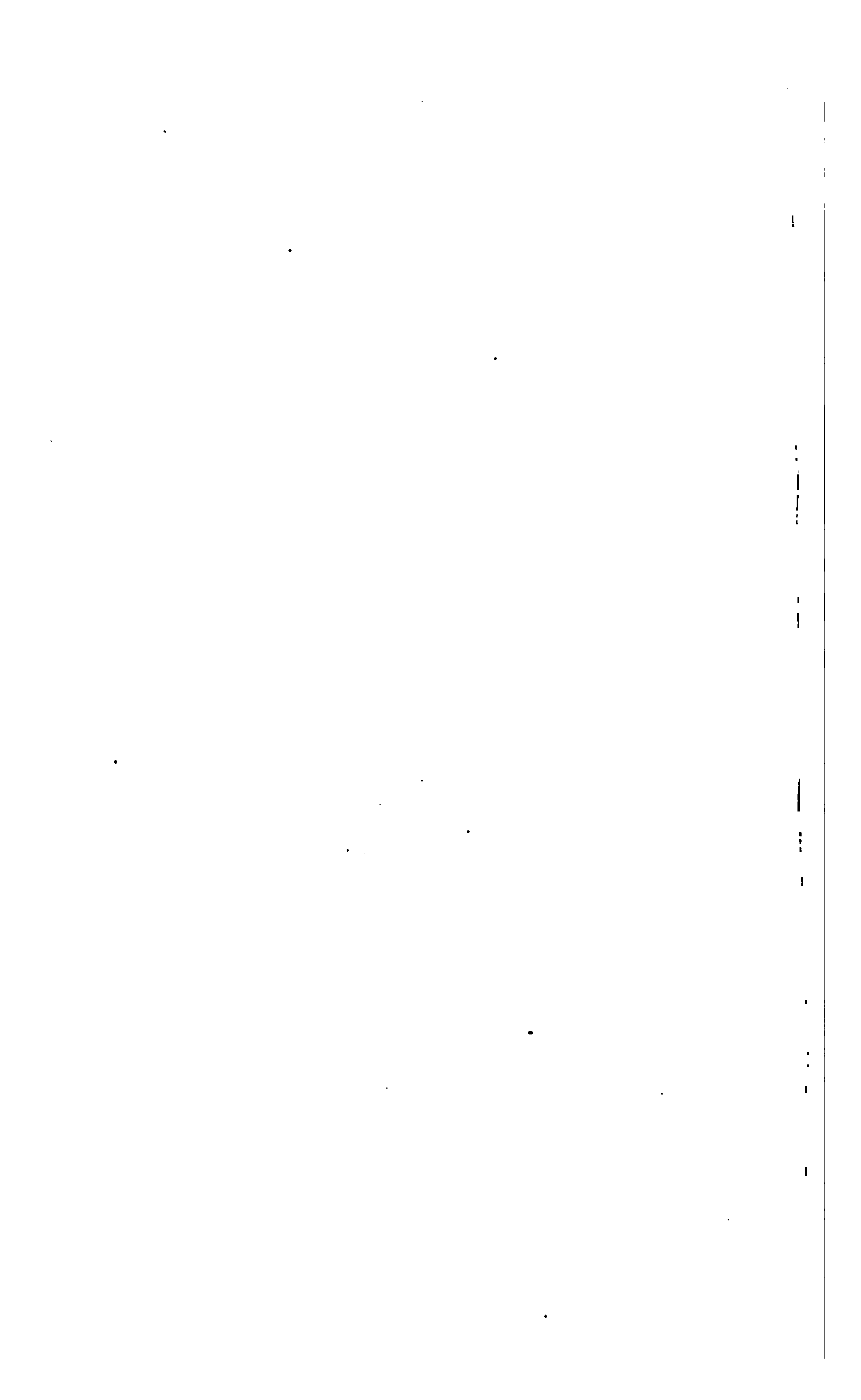


(I.AG. (E KOCH)

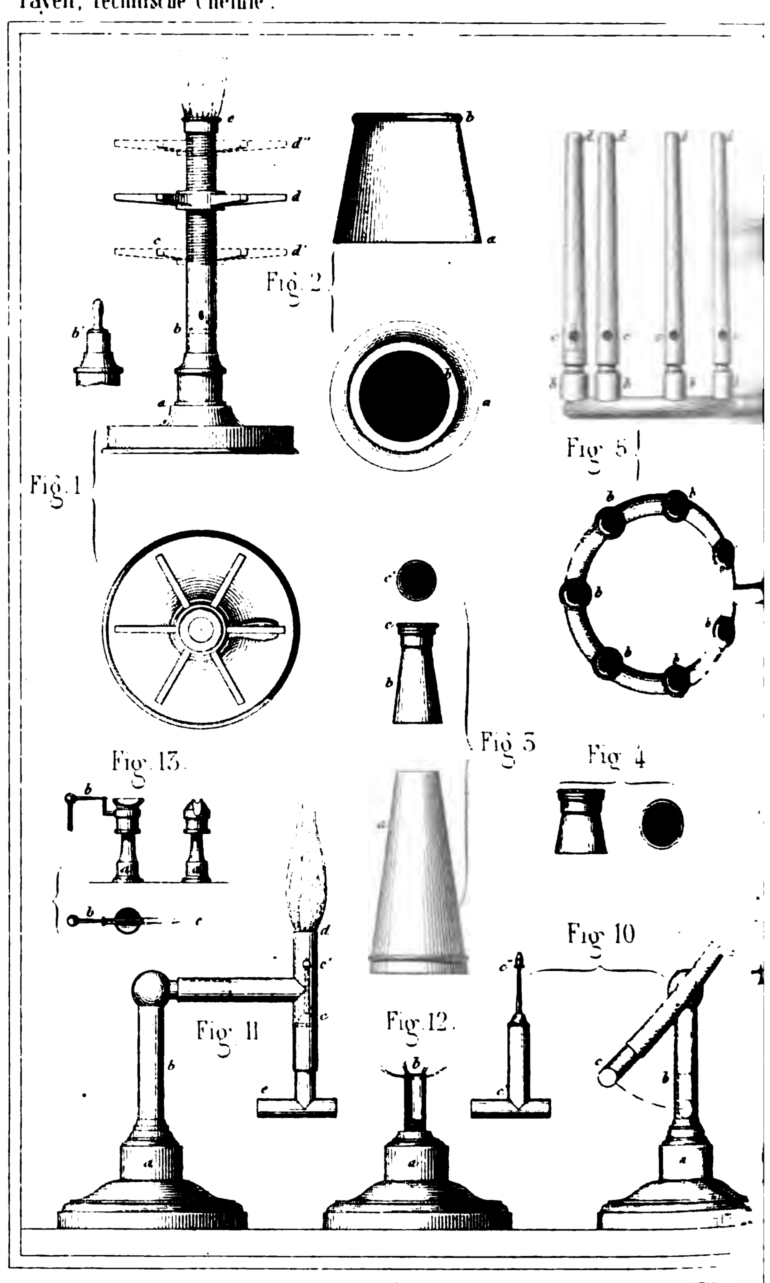



Fig. 8
C
B
C
n
m
D
E
A
Fig. 9
b
a
h
f
Fig. 7
I
II
III

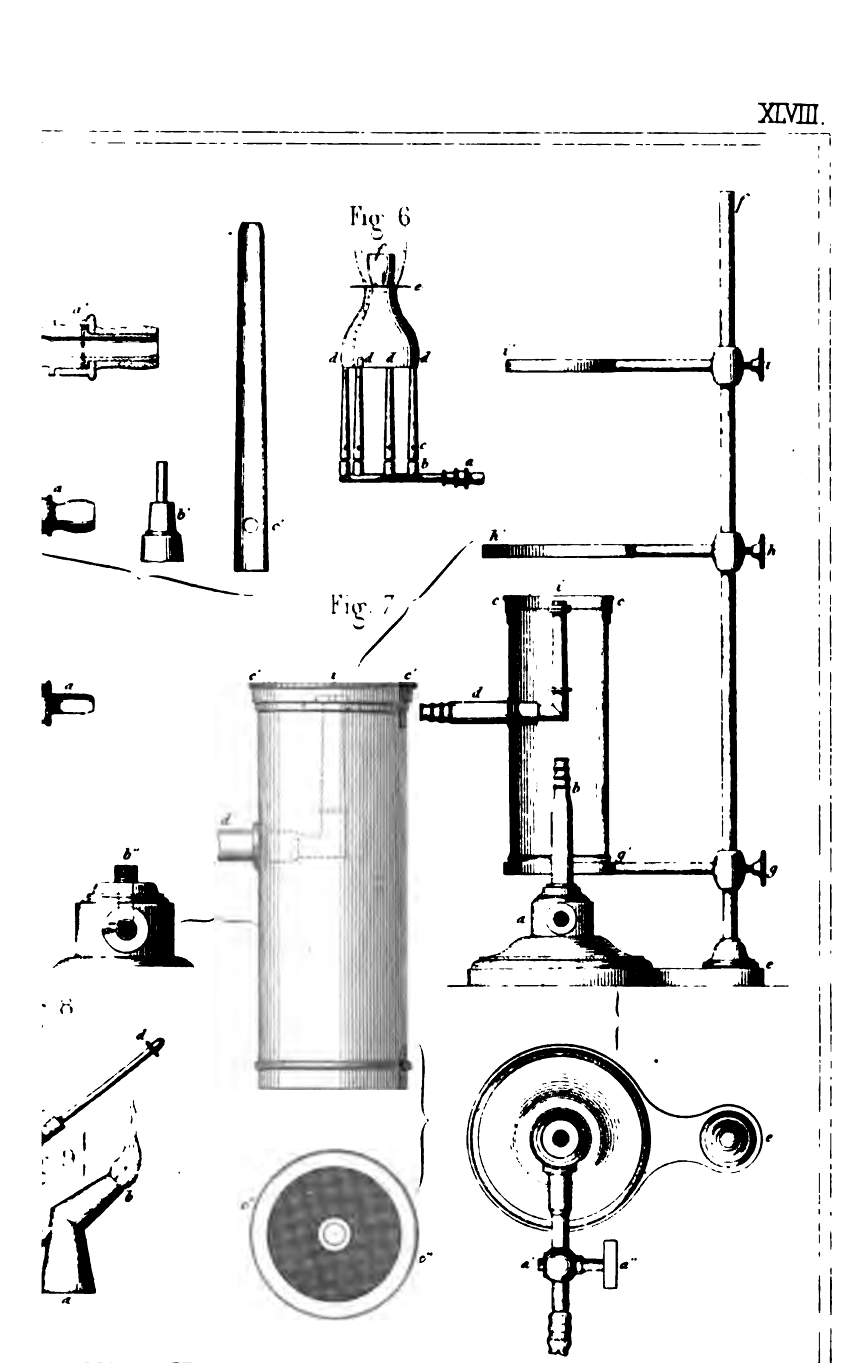

4
3
2
Fig. 1
Fig. 5
Fig. 6

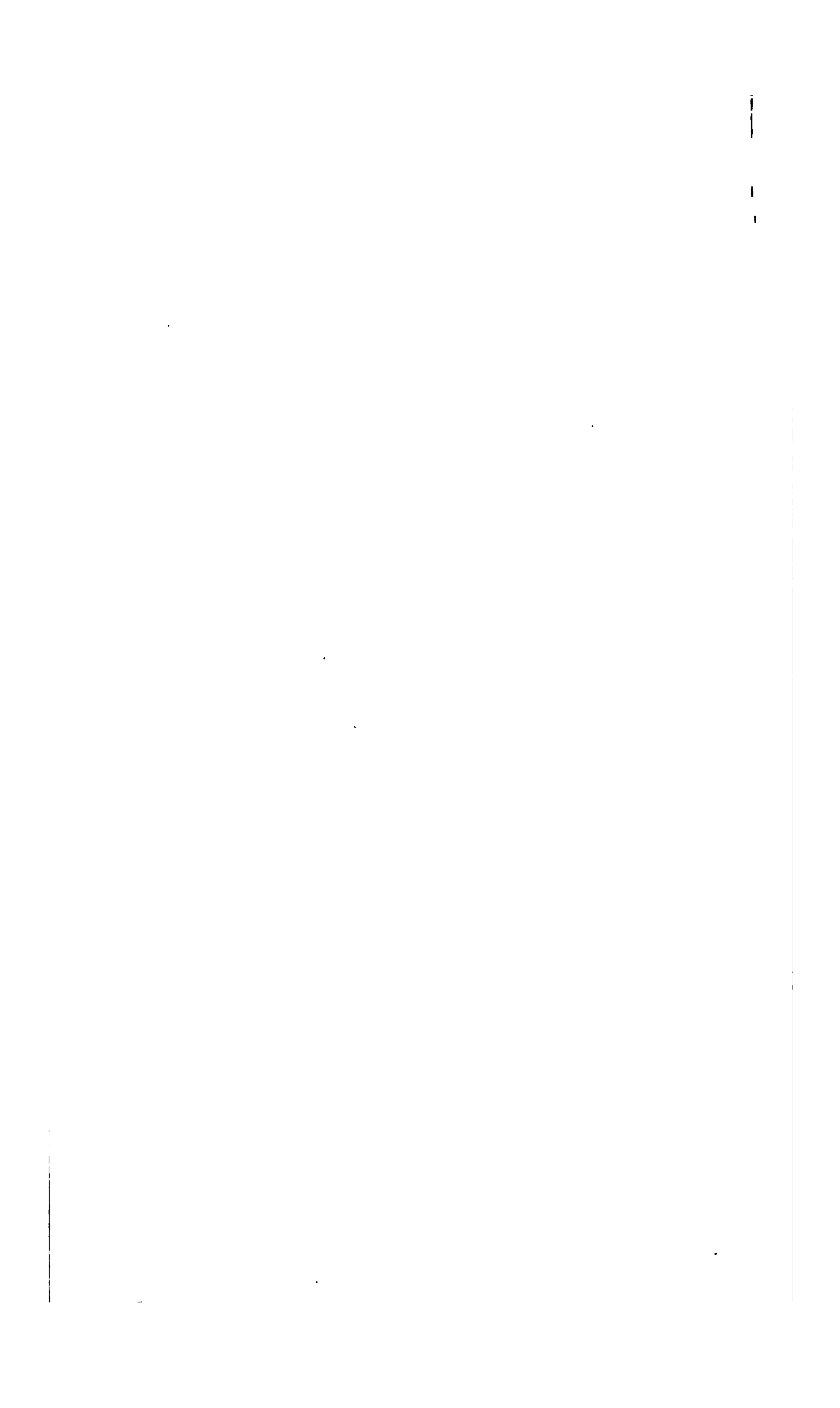




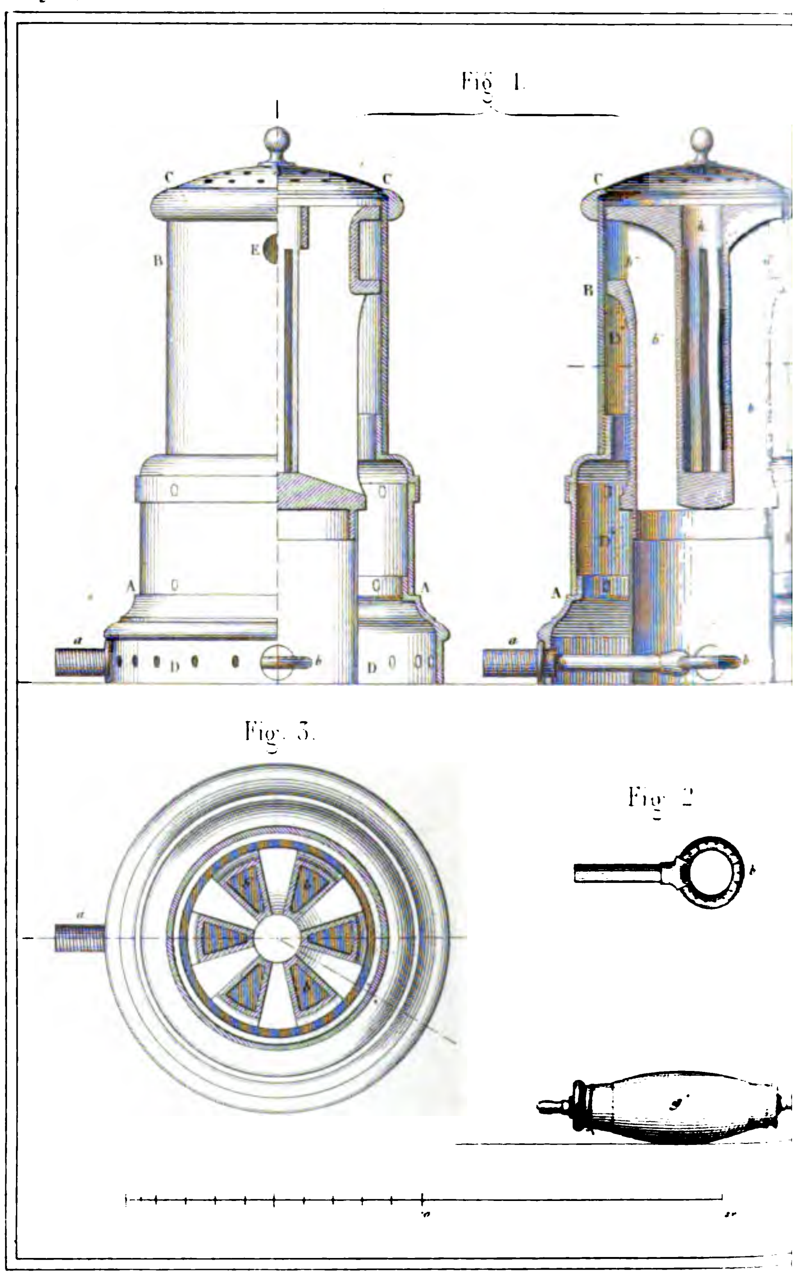


E. SCHWEIT...


Fig. 6
Fig. 7

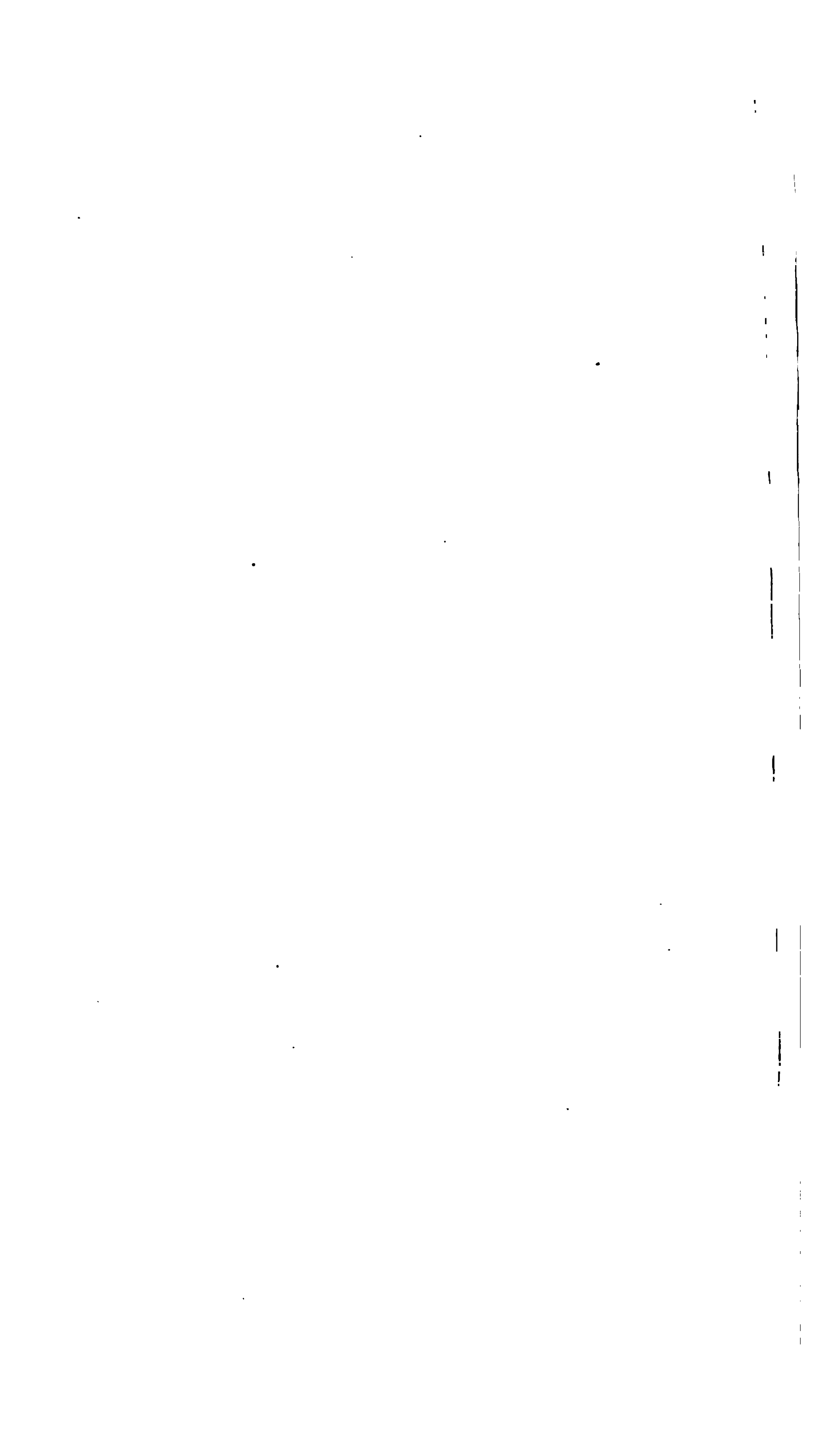


Payen, Technische Chemie.

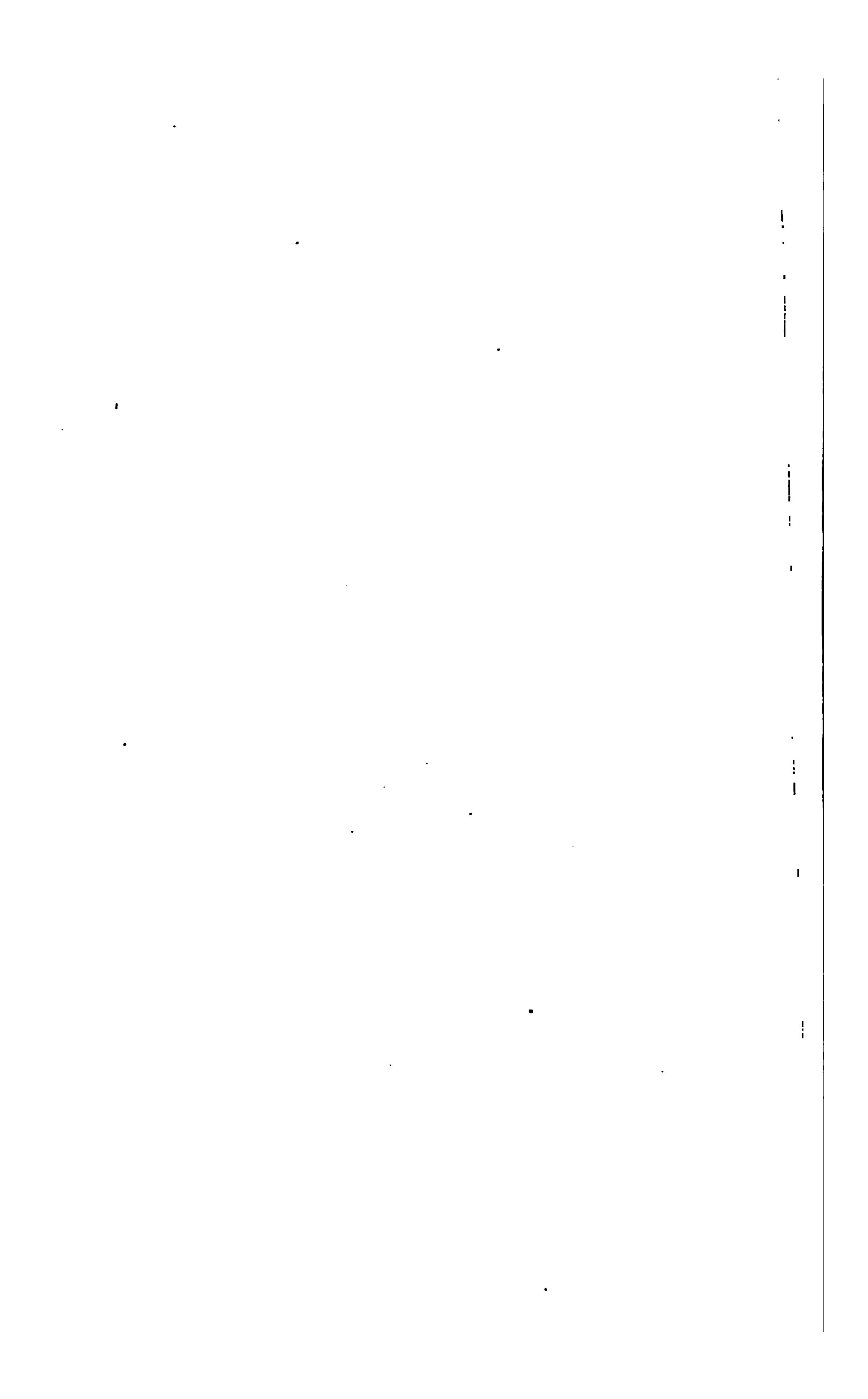


F. SCHW

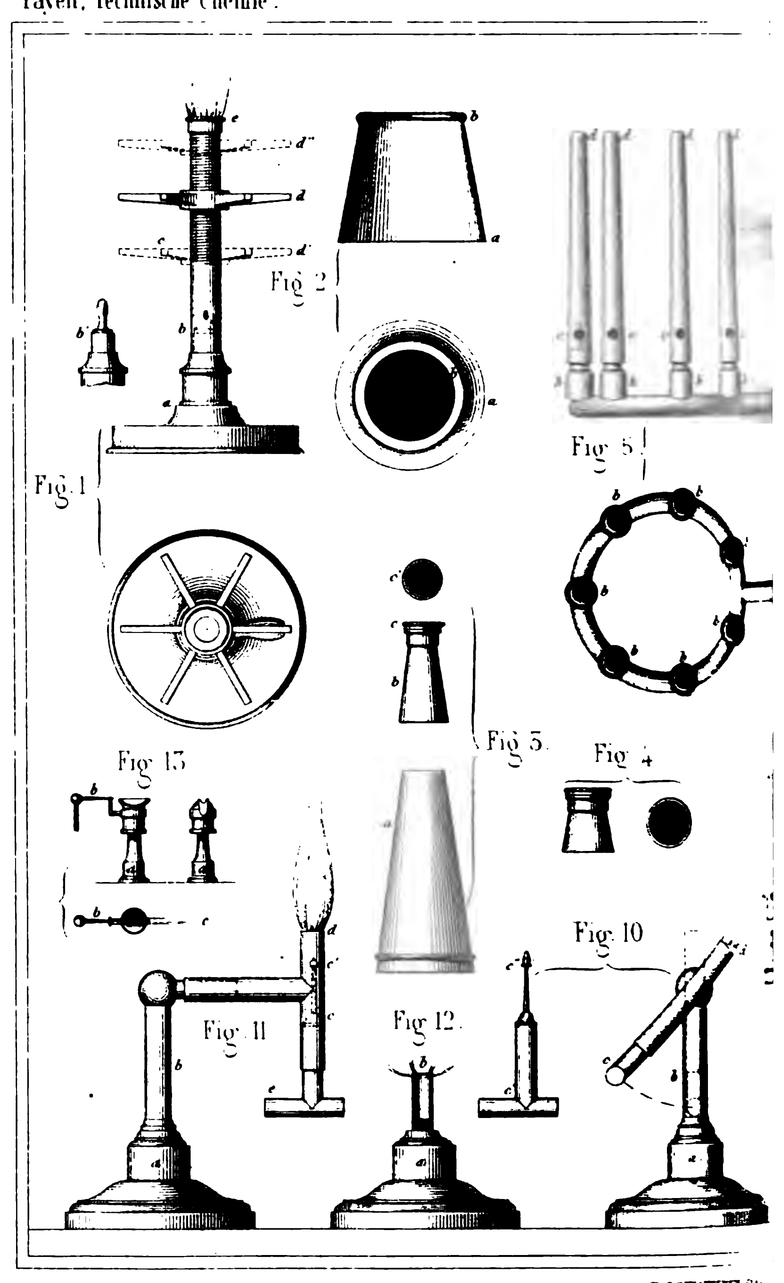






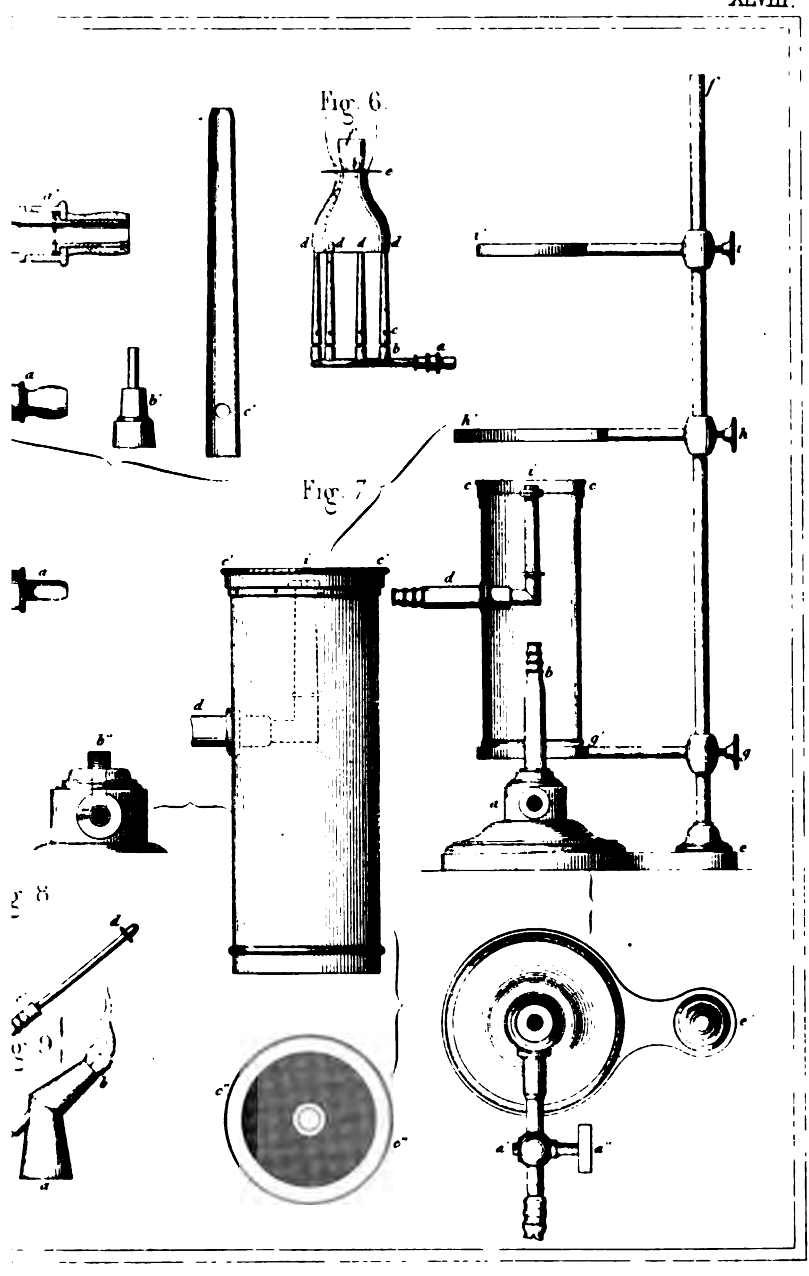




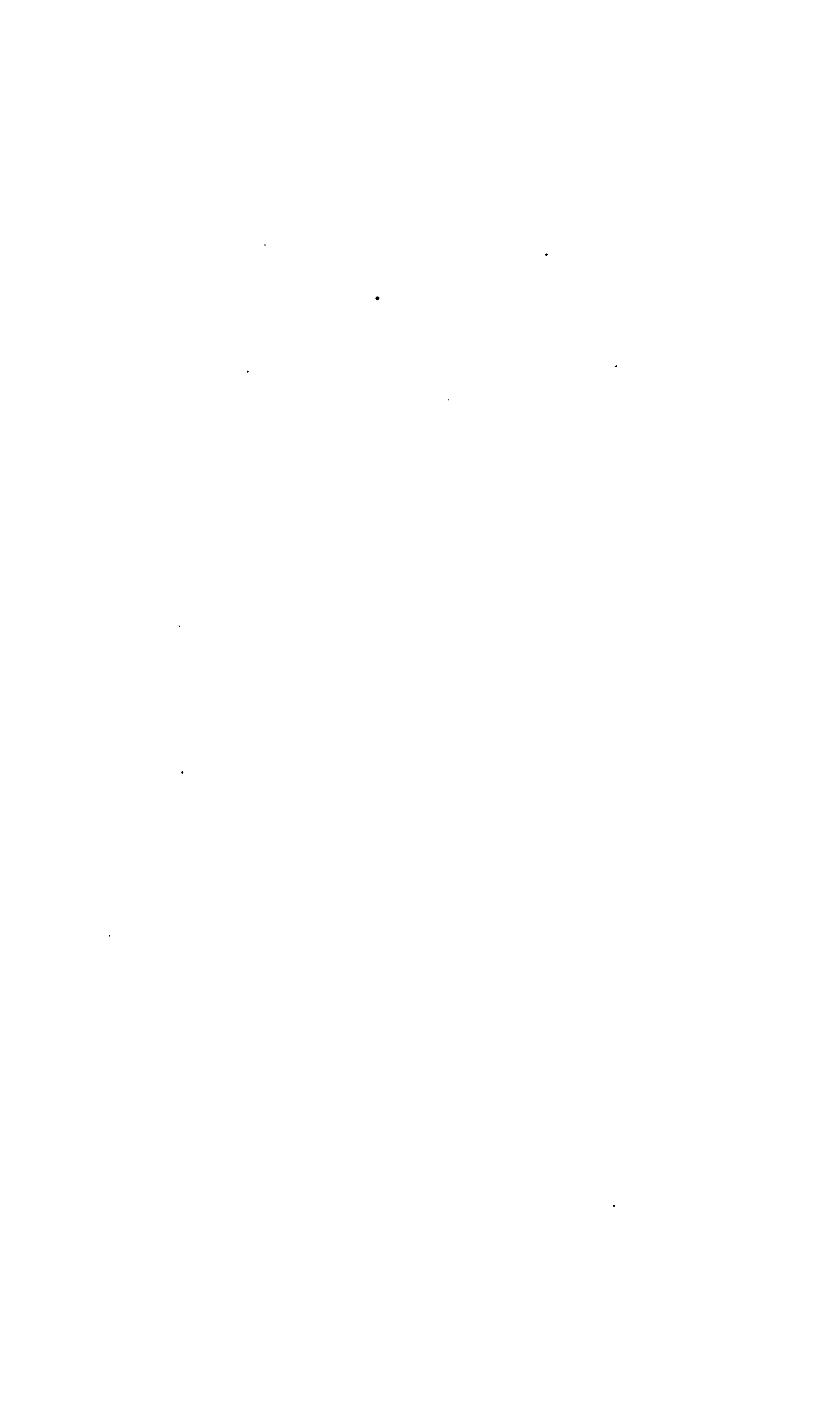


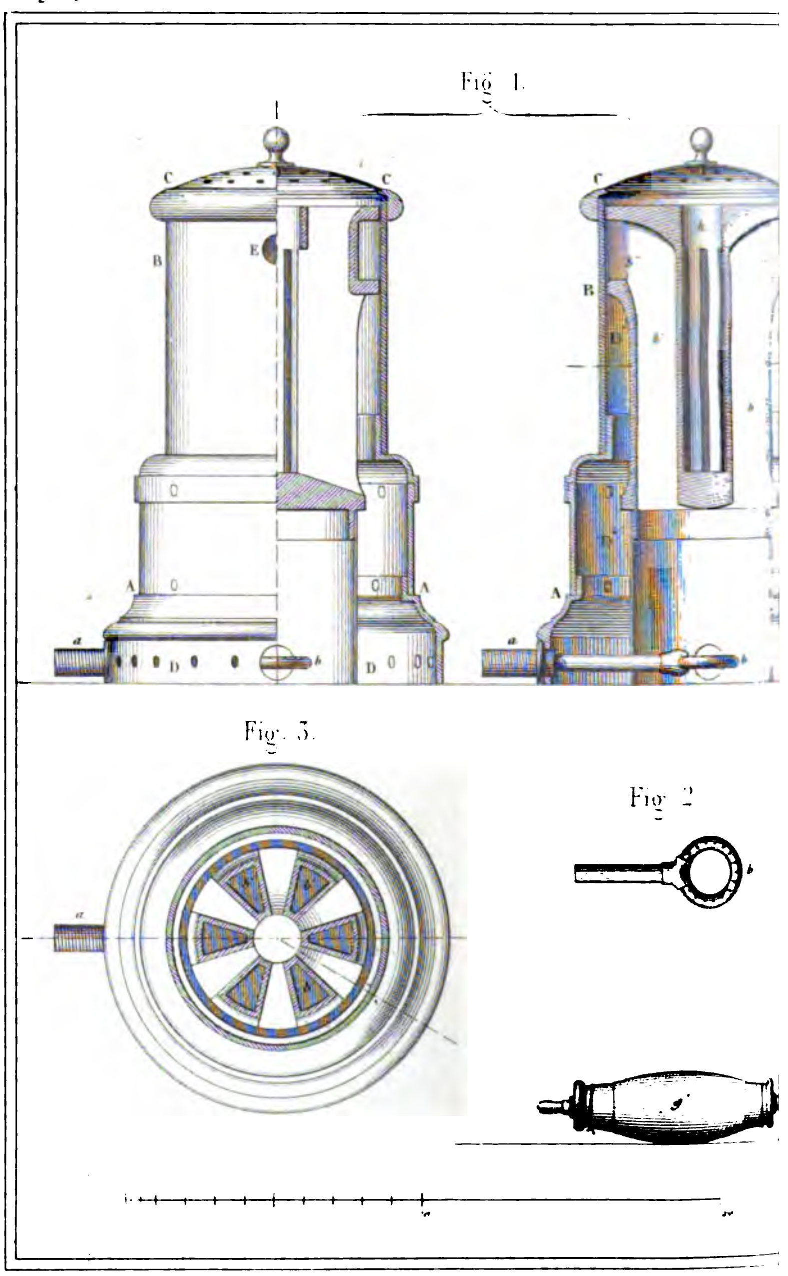
E. SCHWEIZER sc.

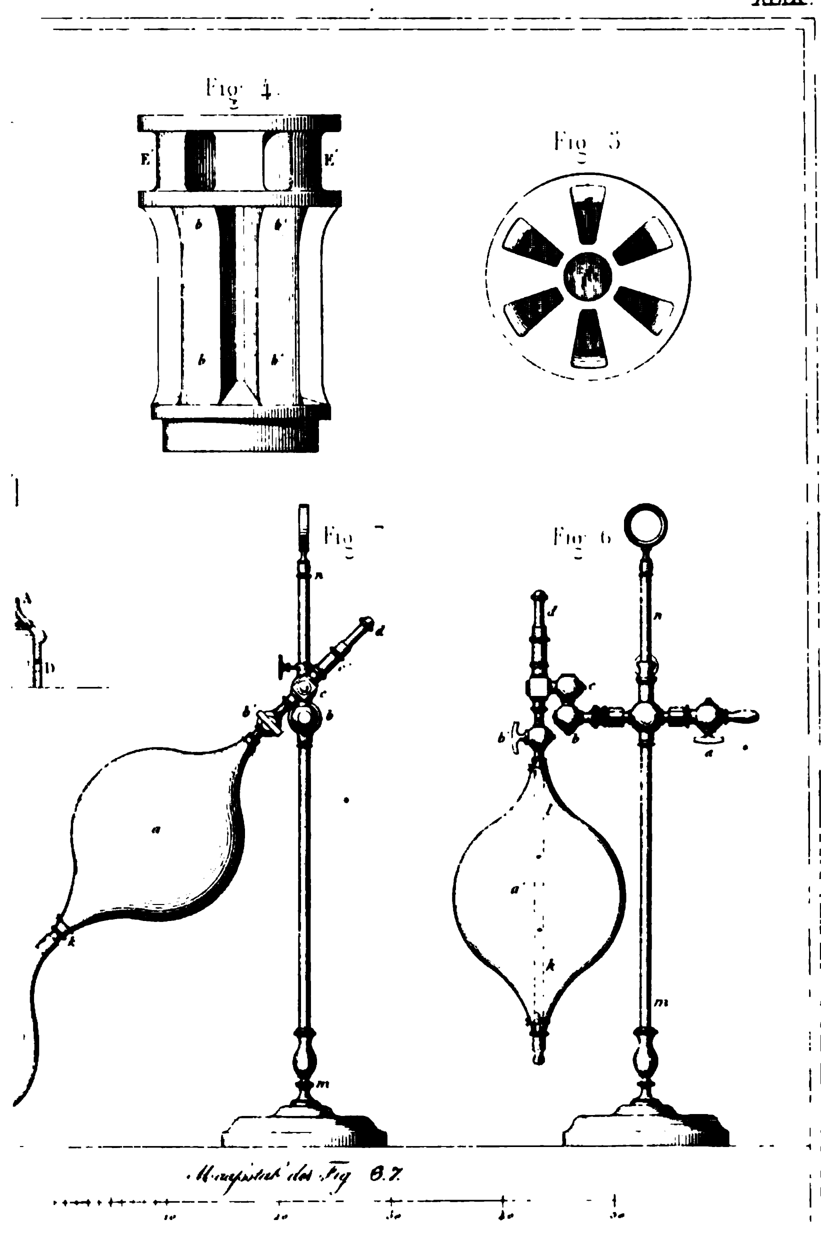
XLVIII.



LAG (E KOCH)

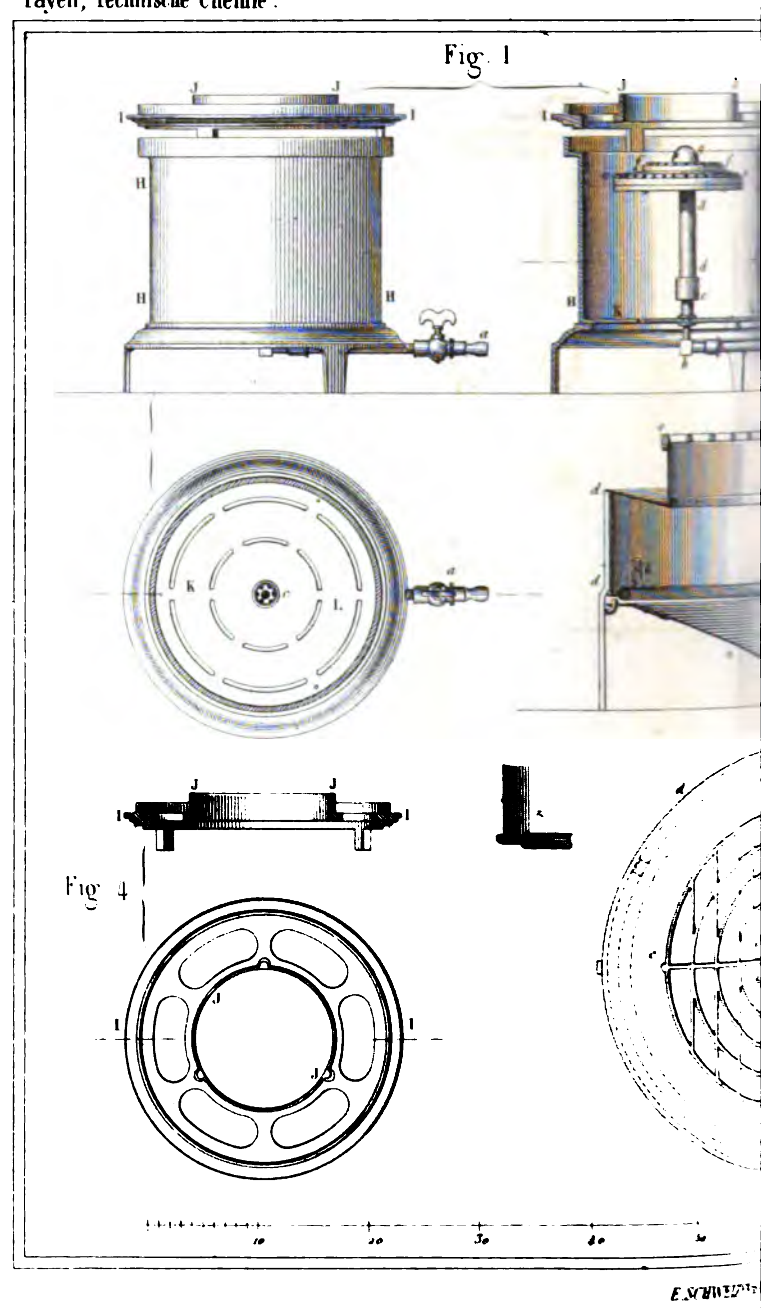



Fig. 1.
C
C
B
E
A
A
a
b
D
D
Fig. 3.
a
Fig. 2
b

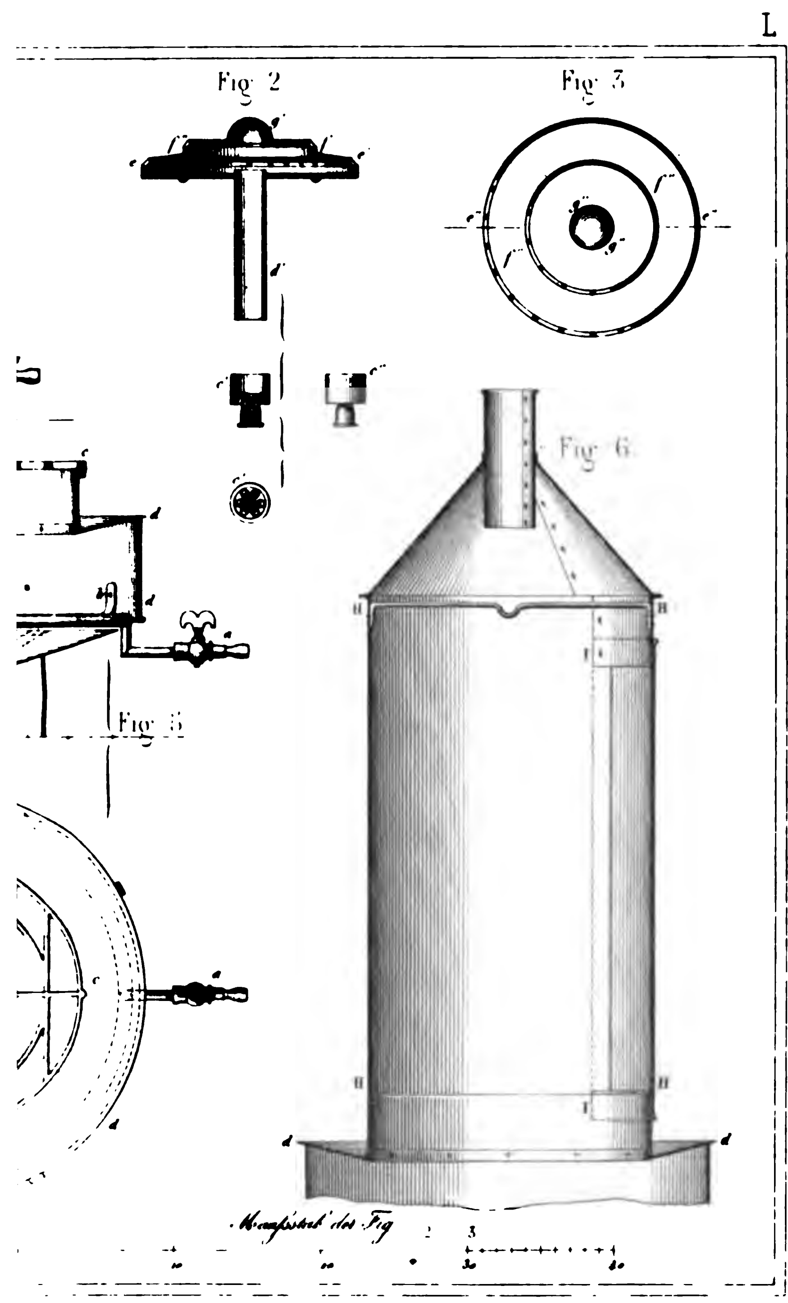


S VERLAG (E KOCH)




Fig. 1
Fig. 4
J
I
H
K
L
a
d
10
20
30
40
50

L



(E. KOCH)







